Oecon. 1379 n Perels

DIE

ANWENDUNG DER DAMPFKRAFT

IN DER LANDWIRTHSCHAFT.

FÜR

LANDWIRTHE, MASCHINENFABRIKANTEN, INGENIEURE

SOWIE ZUM GEBRAUCHE

AN LANDWIRTHSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN SCHULEN

VON

Dr. EMIL PERELS.

Mit 96 Holzschnitten und 3 lithographirten Tafeln.

HALLE,

VERLAG DER BUCHHANDLUNG DES WAISENHAUSES.

1872.

170 F

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorwort.

Bei der Abfassung der vorliegenden Arbeit verfolgte ich in erster Reihe den Zweck, dem praktischen Landwirthe, welcher in seinem Berufe keine Zeit zu selbstständigen Studien auf dem Gebiete der Maschinenkunde hat, eine geordnete Uebersicht über das Wesen und die verschiedenen Ausnutzungsarten der Dampfkraft in der Landwirthschaft zu geben. Ich wollte vornämlich zeigen, eine wie vielseitige Verwendbarkeit die Dampfmaschine in der Landwirthschaft gestattet, und wie dieser Motor, welcher unsrer gesammten Industrie und dem Verkehre den charakteristischen Stempel der Neuzeit aufgedrückt hat, auch in fast gleicher Weise im Stande ist, reformirend auf die Landwirthschaft einzuwirken.

Mit mir wird wohl Mancher gefühlt haben, dass die bisher zumeist übliche Methode der Benutzung der Dampfkraft in der Landwirthschaft keine rationelle ist, keine derartige, dass sie dazu beitragen könnte, die Kalamitäten, welche heutigen Tages unsere Landwirthschaft bedrücken, erfolgreich zu beseitigen oder wenigstens zu verringern. Eine intensive Betriebskraft, welche das ganze Jahr hindurch die nutzbringendste Ver-

wendung zu allen möglichen landwirthschaftlichen Arbeiten gestattete, in der Regel aber nur einige Wochen im Jahre in Betrieb ist, sei es zum Dreschen, zum Pflügen oder zu anderen Arbeiten, kann selbstverständlich den Erfolg nicht gewähren, welcher zu erreichen möglich ist.

Freilich liegt es in der Natur der landwirthschaftlichen Arbeiten, dass dieselben, wenigstens die wichtigeren, nur immer eine bestimmte, verhältnissmässig kurze Zeit im Jahre andauern, während in der Industrie in der Regel ein und dieselbe Arbeit stetig zu verrichten ist. Dafür bietet aber der Betrieb der Landwirthschaft eine grosse Anzahl der mannigfaltigsten, auf einander folgenden Arbeiten dar, von denen sehr viele eine gleiche Betriebskraft gestatten. Die Benutzung des Motors zu verschiedenen Arbeiten, bei welchen, der Natur der Sache entsprechend, die Art und Intensität des Betriebes eine verschiedene, häufig ganz erheblich von einander abweichende ist, verursacht freilich weit grössere Schwierigkeiten, als wenn der Motor stets eine und dieselbe Arbeitsmaschine betreibt. Aber diese Schwierigkeiten sind zu überwinden, wobei allerdings der gesammte Betrieb nach einem systematischen, durchdachten Plane geordnet und geleitet sein muss. Und hierzu soll die vorliegende Arbeit eine Anleitung geben.

Bei der Besprechung der einzelnen Maschinen bin ich in erster Reihe davon ausgegangen, eine möglichst vollständige Anleitung zum Betriebe zu geben. Die Leistungen und Kostenberechnungen sind demnach besonders ausführlich behandelt worden, wohingegen bei den bekannteren Arbeitsmaschinen die Besprechung der Konstruktion einigermassen in den Hintergrund

treten musste. Namentlich war letzteres bei denjenigen Maschinen der Fall, bei welchen die Konstruktion bereits als im Wesentlichen abgeschlossen, den Anforderungen der Praxis entsprechend bezeichnet werden kann. Mit besonderer Ausführlichkeit sind dagegen diejenigen Abschnitte behandelt worden, welche gerade von den oben hervorgehobenen Gesichtspunkten aus von Wichtigkeit sind, welche also die möglichst vielseitige Verwendbarkeit der Dampfmaschine gestatten. Hierher gehören namentlich die Drathseiltransmissionen, die mechanische Wasserhebung zu Be- und Entwässerungen und die Drathseilförderungen.

Bereits im Jahre 1860 veröffentlichte der leider zu früh verschiedene Professor Eduard Hartstein eine Schrift unter dem gleichen Titel wie die vorliegende, als dritte Abtheilung seiner „Fortschritte in der englischen und schottischen Landwirthschaft“. Der Verfasser nahm jedoch keine Rücksicht auf unsre deutschen Verhältnisse, und war hierzu auch nicht im Stande, denn erst zu damaliger Zeit fanden die ersten schwachen Versuche statt, die Dampfkraft in die heimathliche Landwirthschaft einzuführen. Bei der gerade in das letzte Jahrzehnt fallenden schnellen Entwicklung der landwirthschaftlichen Maschinentechnik hat das verdienstvolle Hartstein'sche Werk heutigen Tages lediglich ein historisches Interesse. Ich durfte es aber nicht unterlassen, desselben und seines Verfassers hier zu gedenken, da es seiner Zeit wesentlich dazu beigetragen, die deutschen Landwirthe auf die grossen Erfolge hinzuweisen, welche in England und Schottland durch die Benutzung der Dampfkraft bereits erzielt wurden, und so der Einführung der Dampfmaschine in unsre Wirthschaften den Weg zu bahnen.

Wenn meine Arbeit in gleicher Weise der Verbreitung und rationellen Ausnutzung der Dampfmaschine in der Landwirthschaft förderlich sein würde, so wäre mir dies der schönste Lohn für die, ich kann wohl sagen, nicht unbedeutende Mühe, welche die Abfassung des Werkes erforderte.

Schliesslich möchte ich es nicht unterlassen, an dieser Stelle der Verlagsbuchhandlung für die schöne, sicherlich allgemein befriedigende Ausstattung, welche sie dem Werke hat zu Theil werden lassen, meinen aufrichtigsten Dank abzustatten.

Halle, im Februar 1872.

Emil Perels.

Inhaltsverzeichniss.

	Seite
Vorwort	III-VI
I. Abschnitt. Die Dampfmaschine	1
1. Die Lokomobile	6
a) Der Kessel	9
b) Die Dampfmaschine	30
Berechnung der Arbeit einer Dampfmaschine	37
c) Der Wagen	40
Ausgeführte Lokomobilen	42
Englische Lokomobilen	42
Lokomobile mit Grundplatte	45
Lokomobile mit rückgängigen Feuerzügen	47
2. Die transportable Dampfmaschine	49
Der Field'sche Röhrenkessel	53
3. Die stationäre Dampfmaschine	57
4. Die Strassenlokomotive	68
5. Die Prüfung der Dampfmaschinen durch Indikator und Dynamometer	79
6. Der Betrieb und die Behandlung der Lokomobilen	100
a) Die Kesselexplosionen	101
b) Die Brandschäden	113
c) Der Betrieb der Lokomobile in ökonomischer Beziehung	117
7. Die Betriebskosten der Lokomobile und kleineren stationären Dampfmaschine	123
II. Abschnitt. Die Drathseiltransmissionen	131
III. Abschnitt. Die Arbeitsmaschinen	145
1. Die Pumpen	147
Die Centrifugalpumpe	154
Stationäre Pumpwerke	170
Direkte Dampfpumpen	175
Ergebnisse der Praxis	178
a) Benutzung der Dampfpumpe zur Trockenlegung der Gemarkungen Oppenheim, Dienheim und Ludwigshöhe	178
b) Die Entwässerung des Essenberger Bruches mittelst einer Centrifugalpumpe	183
c) Die Benutzung der Dampfkraft zur Bewässerung einer Wiesenfläche von $7^1/_2$ Hektaren	188
d) Bewässerungsanlage des Frhr. von Welk bei Riesa	190
e) Bewässerungsanlage in Aegypten	192

Seite
2. Die Dampfdreschmaschine 193
a) Die englische Dampfdreschmaschine 197
b) Die einfache Dampfdreschmaschine 198
c) Die einfache stationäre Dampfdreschmaschine 199
d) Die Konstruktion der Dampfdreschmaschine 201
e) Die Rentabilität der Dampfdreschmaschine 212
f) Anhang zu den Dreschmaschinen 219
3. Die Mahl- und Schrotmühlen 222
4. Die Dampfkraft zum Betriebe der Futterbereitungsmaschinen . . . 230
a) Die Häckselmaschinen 231
b) Die Haferquetschen 234
c) Die Rübenschneidemaschinen 236
d) Die Oelkuchenbrecher 238
5. Weitere Benutzung der Dampfkraft 239
a) Die Kreissägen 239
b) Die Sägegatter 243
c) Die Bandsägen 245
d) Die Knochenmühlen 245
e) Die Flachs- und Hanfbrechmaschine 250
f) Die Ziegelpressen 252
g) Die Torfpressen 258
h) Die Drathseilbahn zum Transport von Lasten 259
i) Die Apparate zum Kochen von Viehfutter 270
k) Die Benutzung des gebrauchten Dampfes zur Ventilation . . . 275

IV. Abschnitt. Der Dampfpflug 279
Einleitung 279
Geschichtliche Entwicklung 280
a) Der Howard'sche Dampfpflug 287
b) Das Fowler'sche Ankerwagensystem 291
c) Das Zweimaschinen-System 295
d) Die Bodenbearbeitungsinstrumente 299
e) Kritik der verschiedenen Systeme 304
f) Vorzüge und Hindernisse der Dampfbodenkultur 307
g) Anschaffungskosten, Leistung und Betriebskosten 312
h) Ergebnisse der Praxis 316
i) Die Verbreitung der Dampfpflüge 326

Anhang. 1. Maass- und Gewichtstabellen 329
2. Alphabetisches Sachregister 332

I. ABSCHNITT.

DIE DAMPFMASCHINE.

I. Abschnitt.

Die Dampfmaschine.

Seit der Erfindung der landwirthschaftlichen Lokomobile, welche mit der für die gesammte Industrie bahnbrechenden ersten Londoner Welt-Ausstellung im Jahre 1851 zusammenfiel, hat die Dampfkraft die ausgedehnteste Verbreitung in der Landwirthschaft gefunden. Wesentlich mit ihrer Hülfe konnte erst ein wahrhaft intensiver Wirthschaftsbetrieb eingeführt werden, konnte die Landwirthschaft die von Jahr zu Jahr gesteigerten Lasten, hohe Steuern, gedrückte Preise, Missernten, Arbeitermangel u. s. w. tragen. Der Landwirth ist heutigen Tages gezwungen, mit äusserster Kraftanstrengung auf die Erzielung einer möglichst hohen Bodenrente hinzuarbeiten, wenn er bei der starken Konkurrenz, welche alle Zweige der Landwirthschaft durchdrungen hat, überhaupt bestehen will. Alle Mittel, welche zur Lösung dieser Aufgabe der modernen Landwirthschaft beitragen sollten, wurden auf's Ernsteste geprüft. Alles, was zur dauernden Vermehrung der Produktion, zur schnelleren Gewinnung und Flüssigmachung der Erträge, zur Sicherheit derselben dienen konnte, fand Eingang in die Landwirthschaft. Zu diesen Hülfsmitteln des landwirthschaftlichen Betriebes gehören eine Reihe von Maschinen, wie die Dampfpflüge, die Mähemaschine, die Dreschmaschine u. a., gehören ferner eine Reihe mechanischer Bodenmeliorationen, vor Allem die Trockenlegung der an stauender Nässe leidenden Grundstücke, die Bewässerung der Wiesen, die Regulirung des Laufes von Bächen und Flüssen. Hierher gehört ferner, und für viele Verhältnisse in erster Reihe,

eine intensive Betriebskraft für alle möglichen landwirthschaftlichen Arbeiten, wie sie uns am zuverlässigsten und stetigsten in der Dampfkraft geboten wird.

Bei oberflächlicher Betrachtung mag es eigentlich Verwunderung erregen, dass die Dampfkraft, welche der Industrie und dem Verkehrswesen unserer Zeit einen ganz bestimmten, gegen frühere Zeiten vollständig geänderten Charakter verliehen, welche eine Reform nahezu aller Verhältnisse herbeigeführt, so spät und so langsam ihren Weg in die Landwirthschaft findet. Die Gründe hierfür liegen aber nahe; sie sprechen keineswegs zu Ungunsten dieses Motors, sie beweisen nur die Schwierigkeiten, welche die Landwirthschaft hier wie auf so vielen anderen Gebieten bei ihrer weiteren fortschreitenden Entwicklung findet.

Zunächst eignet sich die gewöhnliche Dampfmaschine der Industrie, die stationäre Dampfmaschine, nur in sehr wenigen Fällen für den Betrieb in der Landwirthschaft. Hier muss der Motor ein transportabler sein, wenn seine Vortheile auf's Vollständigste ausgenutzt werden, wenn eine möglichst universelle Verwerthung desselben stattfinden soll. Das Heben des Wassers zum Zwecke der Berieselung, das Pflügen mittelst Dampfkraft, der Betrieb der Dreschmaschine, der Maschinen zur Herstellung des Futters und manche andere Arbeiten bedingen die Verwendung des Motors an verschiedenen Orten, verlangen demnach eine leichte Transportabilität desselben, wenn der Motor überhaupt mit Vortheil benützt werden soll. Es musste demnach, den Bedürfnissen der Landwirthschaft entsprechend, eine eigene Dampfmaschine konstruirt werden, welche vor Allem der Bedingung der leichten Transportabilität gerecht wird, und eine einfache Uebertragung des Betriebes auf die verschiedenen, den mannigfaltigsten Zwecken dienenden Arbeitsmaschinen gestattet. Auch diese konnten zumeist nicht in ihrer älteren Form verwendet werden, wenn sie mit dem grösstmöglichsten Nutzen durch Dampfkraft in Bewegung gesetzt werden sollten. Die Centrifugalpumpe, die Dampfdreschmaschine und vor Allem der Dampf-

pflug sind Maschinen, die aus dem Bedürfnisse noch grösserer Leistungsfähigkeit und vollkommenerer Arbeit hervorgegangen, in specieller Berücksichtigung ihres Motors, der Dampfmaschine, konstruirt sind. Ihre Ausbildung bis zur praktischen Brauchbarkeit datirt ebenfalls erst aus der neuesten Zeit, und ist heutigen Tages durchaus noch nicht zu einem endgültigen Abschlusse gelangt. Fortwährend drängen sich, häufig in überstürzter Weise, neue Verbesserungen, welche zu ihrer weiteren Entwicklung Zeit gebrauchen, um bald wieder neuen Erfindungen Platz zu machen. Und nur da kann sich eine Maschine, eine Kulturmethode allgemein und schnell verbreiten, wo neben dem anerkannten Bedürfnisse nach derselben Zweifel über ihren Werth nicht mehr aufkommen können, wo diese durch Wissenschaft und praktische Erfahrungen übereinstimmend beseitigt werden. So günstig ist aber bisher keineswegs die Sachlage auf dem Gebiete der landwirthschaftlichen Mechanik; die zu überwindenden Schwierigkeiten sind meistens derartig bedeutende, dass es bisher zumeist darauf ankommen musste, eine Grenze zu finden, innerhalb welcher die Brauchbarkeit des betreffenden Apparates unzweifelhaft konstatirt werden konnte.

Und sollen denn die Maschinen überhaupt die Aufgabe haben, die Handarbeit vollständig zu beseitigen? Wer dies verlangt, ist durchaus nicht in das Wesen und die Aufgaben der Maschinen eingedrungen: Sie sollen die Arbeitskraft vermehren, die Leistung qualitativ vervollkommnen, die Arbeit wohlfeiler herstellen. Auf keinem Gebiete der Industrie, des Verkehres, der Landwirthschaft, wird es möglich sein, die menschliche und thierische Arbeitskraft gänzlich zu beseitigen. Dieselbe wird nach wie vor und für alle Zeiten neben der Maschinenarbeit bestehen bleiben; sie wird nur in bestimmten, glücklicherweise in sehr vielen Fällen auf's Vortheilhafteste ersetzt werden können durch die Maschinenarbeit. Der Spaten, die Sense, die Axt, sie werden immer bestehen bleiben; und zwar werden sie verbleiben müssen gerade für die schwierigeren Arbeiten, die nicht gleich-

mässig und stetig, sondern mit mancherlei Hindernissen und Unterbrechungen vollführt werden müssen; der Pflug, die Mähemaschine, das Sägegatter setzen bereits einen ganz anderen Zustand, eine einfachere und gleichmässigere Beschaffenheit der zu bearbeitenden Gegenstände voraus; der Dampfpflug, die vollkommenste Maschinerie zur Bodenbearbeitung, verlangt weite, möglichst ebene, steinfreie Flächen, und nur hier wird seine praktische Benutzung angezeigt sein.

Glücklicherweise kommt man auch jetzt davon zurück, von der Maschine das Unmögliche, nämlich Alles, verlangen zu wollen; man erkennt ihren Werth an, wenn sie nur im Stande ist, unter bestimmten Bedingungen Vortheile zu gewähren. Man nimmt auch häufig die kostspieligere Arbeit der Maschinen in Kauf mit Rücksicht auf die schnellere, die bessere Arbeit derselben, in der Erwartung, dass die höheren Kosten in der Folge durch höhere Erträge und andere Faktoren ausgeglichen werden. So ist es zum Beispiele mit dem Dampfpfluge: Jeder sorgfältige Kalkul zeigt entschieden Mehrkosten, und häufig sehr beträchtliche im Vergleiche zum Spannpfluge; die rechtzeitige, die bessere Arbeit muss aber hier in Konkurrenz treten mit dem höheren Preise, muss sich schliesslich in gesichertere und höhere Erträge ausdrücken, wenn auch zuweilen erst nach einer Reihe von Jahren.

Wenn oben die transportable Dampfmaschine als die geeignetste für den landwirthschaftlichen Betrieb hingestellt wurde, so soll damit nicht gesagt werden, dass es nicht Verhältnisse giebt, unter denen die stationäre Maschine mit gleichem und zuweilen sogar grösserem Vortheil als jene in der Landwirthschaft Verwendung finden könnte. Es ist nicht zu bestreiten, dass die feststehende Maschine mancherlei Vorzüge gegenüber der Lokomobile besitzt; ihre unwandelbare Aufstellung ermöglicht eine weit korrektere Lage der einzelnen arbeitenden Theile, verursacht dem zu Folge eine niedrigere Abnutzung, also eine billigere Arbeit. Der Dampfkessel der Lokomobile muss in einem kleinen Raume zusammengedrängt werden, muss möglichst leicht sein, um die Transportabilität nicht zu beschränken. Die

Energie der Dampfentwicklung und die Ausnutzung des Brennmaterials hängen aber wesentlich ab von der Grösse der vom Feuer direkt berührten Fläche des Kessels und damit von der Grösse und dem Gewichte desselben; Kessel mit zu kleiner feuerberührter Fläche verursachen einen beträchtlichen, oft weit über das Normale gehenden Aufwand an Brennmaterial. Aber auch die möglichst ökonomische Verwendung dieses muss ja bei dem Kessel der landwirthschaftlichen Lokomobile wie bei jedem anderen Kessel berücksichtigt werden. Desshalb ist man auf Kesselsysteme angewiesen, welche durch künstliche Anordnung eine grosse Feuerfläche gewinnen, die Siederohrkessel, die aber in weit kürzerer Zeit abgenutzt sind wie die eingemauerten stationären Kessel. Auch dieser Umstand spricht zu Gunsten des stationären Systemes. Dem gegenüber steht allein der Vortheil der Transportabilität, welcher freilich in den meisten Fällen allein die Anwendbarkeit des Motors ermöglicht, für welchen also die hervorgehobenen Nachtheile der Lokomobile in den Kauf genommen werden müssen.

In neuester Zeit gestattet aber ein vortrefflich bewährtes Mittel der Bewegungsübertragung auf grosse Entfernungen, die Drathseiltransmission, den Betrieb mit ganz unerheblichen Kraftverlusten auch auf entferntere Punkte, selbst bis auf 1000 Meter Entfernung von der Arbeitsquelle, zu übertragen, wodurch die Fälle, in denen die stationäre Dampfmaschine Anwendung finden kann, sich erheblich vermehren. Ich halte die Drathseiltransmission für eine der segensreichsten Erfindungen, die in der Landwirthschaft in gleicher Weise wie beim Bergwerksbetriebe mit grösstem Vortheil angewendet werden kann und sehr viele Missstände, welche mit den früheren Bewegungsüberträgungen und Betriebsmethoden verbunden waren, auf's Einfachste und Erfolgreichste beseitigt. Noch vor wenigen Jahren war es nur mit den grössten Schwierigkeiten und Kraftverlusten möglich, von der Dampfmaschine der Brennerei oder anderer technischen Anlagen aus eine Dreschmaschine, eine Häckselmaschine u. s. w. zu betreiben, wenn nicht letztere unmittelbar in oder dicht

neben dem Maschinengebäude aufgestellt waren. Durch die Drathseiltransmission ist man in den Stand gesetzt, die Dreschmaschine an ihrem geeignetsten Platze, in oder dicht neben der Scheune, zu belassen, und den Betrieb, selbst wenn derselbe durch verschiedene, sich schneidende Ebenen geführt wird, von dem entfernt stehenden Motor auf diese zu übertragen. Die Erfindung der Seiltransmission hat wesentlich fördernd gewirkt auf die Benutzung der Dampfkraft zum Betriebe landwirthschaftlicher Maschinen; namentlich hat dieselbe zur Ausnutzung der bereits zu anderen Zwecken in der Wirthschaft vorhandenen stationären Dampfmaschine erfolgreich beigetragen.

Bei der nachfolgenden Besprechung der landwirthschaftlichen Dampfmaschine kann selbstverständlich nicht auf eine detaillirte Beschreibung und Behandlung der Dampfmaschine eingegangen werden. Die elementare Anordnung derselben muss vielmehr hier als bekannt vorausgesetzt werden; jedoch sind in der Anmerkung[1] eine Reihe von Schriften aufgeführt, in welchen dieser Gegenstand verständlich und erschöpfend behandelt wird.

1. Die Lokomobile.

Die allgemeine Disposition der in der Landwirthschaft benutzten Lokomobile steht in wesentlichem Zusammenhange mit den Anforderungen, welche für den speciellen Betrieb bestimmter landwirthschaftlicher Maschinen gestellt werden müssen. Es liegt auf der Hand, dass diese Anforderungen verschiedenartige sein können, welche auch mehr oder minder bedeutende Modi-

1) Prechtl's Technologische Encyklopädie, Bd. III, S. 586 und Bd. XXII, S. 366, Stuttgart.

Weissbach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik, II. Theil, S. 799, Braunschweig 1865.

Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Bd. I, S. 393, Braunschw. 1865.

Scholl, Der Führer des Maschinisten, Braunschweig 1869.

Bernoulli, Handbuch der Dampfmaschinenlehre, 5. Aufl., Stuttgart 1865.

Armengaud, Traité théorique et pratique des machines à vapeur, Paris 1862.

Bourne, a treatise of the steam engine, 5th edition, London 1861.

fikationen in der Konstruktion und Disposition der einzelnen Theile herbeiführen müssen. Es werden sich bei einigen Maschinen wesentliche Abweichungen von der normalen Konstruktion ergeben, wie dies namentlich für die Betriebsmaschine des Dampfpfluges, für die selbstbewegliche Lokomobile, die Strassenlokomotive, der Fall ist. Es wird auch vortheilhaft sein, bei der einfachen Lokomobile in ihrer Normalkonstruktion einen Unterschied zu machen zwischen derjenigen, welche sehr häufig und auf schlechten Wegen transportirt werden muss, und solcher, bei der eine Ortsveränderung nur selten, vielleicht wenige Male im Jahre stattfindet. Zu der ersten Gruppe gehören die Lokomobilen der Dreschmaschinen-Verleihanstalten, zu der zweiten die in einer einzigen Wirthschaft ausschliesslich benutzten Maschinen. Bei der häufig zu transportirenden Maschine wird in erster Reihe, mit Hintenansetzung aller anderen Rücksichten, auf leichte Transportabilität gesehen werden müssen; bei der zweiten Art wird man gleichzeitig neben Berücksichtigung einer guten Transportabilität auf möglichst ökonomische Verwerthung des Brennmaterials hinarbeiten, und so gewisse Theile, z. B. Vorwärmer, welche diesem Zwecke dienen, anbringen können, welche der ersteren Maschine ein zu hohes Gewicht verleihen würden.

Noch andere Momente werden aber bei der Konstruktion der landwirthschaftlichen Lokomobile berücksichtigt werden müssen. Vor Allem muss die Maschine möglichst einfach sein; sie darf nur so wenig als möglich bewegende Theile erhalten. Je komplicirter die Maschine ist, desto eher tritt die Gefahr vor Störungen im Betriebe ein, und dies um so mehr, je ungeübter die mit der Bedienung betrauten Arbeiter sind. Man ist zumeist nicht in der Lage, einen gelernten technischen Handwerker in der Wirthschaft anzustellen, muss vielmehr gewandte ländliche Arbeiter als Maschinisten anlernen. Bei Lokomobilen, bei welchen in der Konstruktion auf möglichste Einfachheit gesehen ist, hat sich dies auch fast überall gut bewährt; dagegen treten die erheblichsten Schwierigkeiten ein, sobald der Maschinist besondere technische Kenntnisse entwickeln muss,

um die Maschine in normalem Betriebe zu erhalten. Es muss desshalb die in ökonomischer Beziehung so überaus vortheilhafte Kondensation von der landwirthschaftlichen Lokomobile ausgeschlossen werden; ebenso Theile, die ein häufiges Nachstellen, öftere Reparaturen in Folge schneller Abnutzung der bewegenden Theile bedingen, die in ihrer Konstruktion noch zu keinem definitiven Abschlusse gelangt sind, und demnach eine besonders aufmerksame und verständige Behandlung erfordern. Hierher gehören unter Anderem die Maschinen mit der Corliss'schen Steuerung, und die Expansionsregulatoren, deren Anwendung bei landwirthschaftlichen Lokomobilen demnach nicht zu empfehlen ist.

Ferner muss bei dieser Maschine auf grösstmöglichste Sicherung gegen Feuersgefahr gesehen werden. Der Schornstein kann nur niedrig ausgeführt werden, weil anderen Falls die Maschine zu schwer transportabel würde. Es ist aber häufig nicht zu vermeiden, dieselbe in der Nähe leicht brennbarer Gegenstände, z. B. Getreidemieten oder Scheunen, aufzustellen. Demnach muss ein Auswerfen der Funken durch den Schornstein auf's Sorgfältigste verhütet werden; und es lässt sich dieses in der That durch Anbringung eines richtig konstruirten Funkenfängers vermeiden, von dessen geeignetster Anordnung weiter unten ausführlich die Rede sein soll. Auch das Herausfallen von brennenden Kohlentheilen aus der Feuerung muss durch Anbringung eines dicht schliessenden Aschkastens verhütet werden, da diese ebenfalls, vom Winde fortgeführt, Entzündungen leicht brennbarer Gegenstände herbeiführen können.

Bei einer Lokomobile lassen sich folgende Hauptheile unterscheiden:

a. der Kessel,
b. die Dampfmaschine,
c. der Wagen.

Diese Theile unterliegen in ihrer Anordnung verschiedenen Bedingungen, welche hier aufgeführt werden sollen.

a) Der Kessel.

Man wendet bei den Lokomobilen verschiedene Systeme von Kesseln an, unter denen die wichtigsten das System der Lokomotivkessel und dasjenige mit rückgängigen Feuerzügen sind.

Das Princip des Lokomotivkessels ist durch Fig. 1 und 2 im Längendurchschnitte und Querschnitte durch die Feuerbuchse dargestellt. Die im Grundrisse rechteckige Feuerbuchse *A* enthält den Feuerungsraum mit dem Roste *B* und der Feuerthür *C*, welcher von dem oben gewölbten Theile umgeben wird, der bis zu einer bestimmten Höhe das Wasser aufnimmt. An diesem setzt sich der cylindrische Theil des Kessels *D* an, welcher hinten durch eine starke Wandung abgeschlossen und durch diese mit der Rauchbuchse *E* verbunden ist. Die heissen Verbrennungsgase gelangen durch die Siederöhren *F*, welche hier in fünf Reihen übereinander angeordnet sind, in die Rauchbuchse. Da die Siederöhren äusserlich vom Wasser umspült sind, so findet eine sehr lebhafte Wärmeabgabe an das Wasser und somit eine sehr energische Dampfentwicklung statt. Unmittelbar über der Rauchbuchse befindet sich der Stutzen *G*, welcher mittelst eines Gelenkes den Schornstein aufnimmt. Letzterer kann beim Transporte der Maschine auf den Kessel niedergelegt werden.

Der Feuerraum ist mit dem äusseren Theile der Feuerbuchse durch Stehbolzen *H* verstrebt; auf der ebenen Deckplatte derselben befinden sich, um dieser die erforderliche Widerstandsfähigkeit zu ertheilen, drei kräftige Verankerungen *I*, welche jedoch nur an ihren Befestigungspunkten auf der Kesselplatte aufliegen, um eine freie Cirkulation des Wassers zu bewirken, und so ein Durchbrennen der Wandung an dieser Stelle zu verhüten. Lokomobilkessel in kleineren Dimensionen erhalten anstatt dieser Verankerungen einfache ⊥ Träger. Bei *K* sind zwei Zuganker angebracht, welche die beiden flachen Querwände der Feuerbuchse verstreben, bei *L* zwei durch den ganzen Kessel hindurchgeführte Zuganker, welche die vordere Stirn-

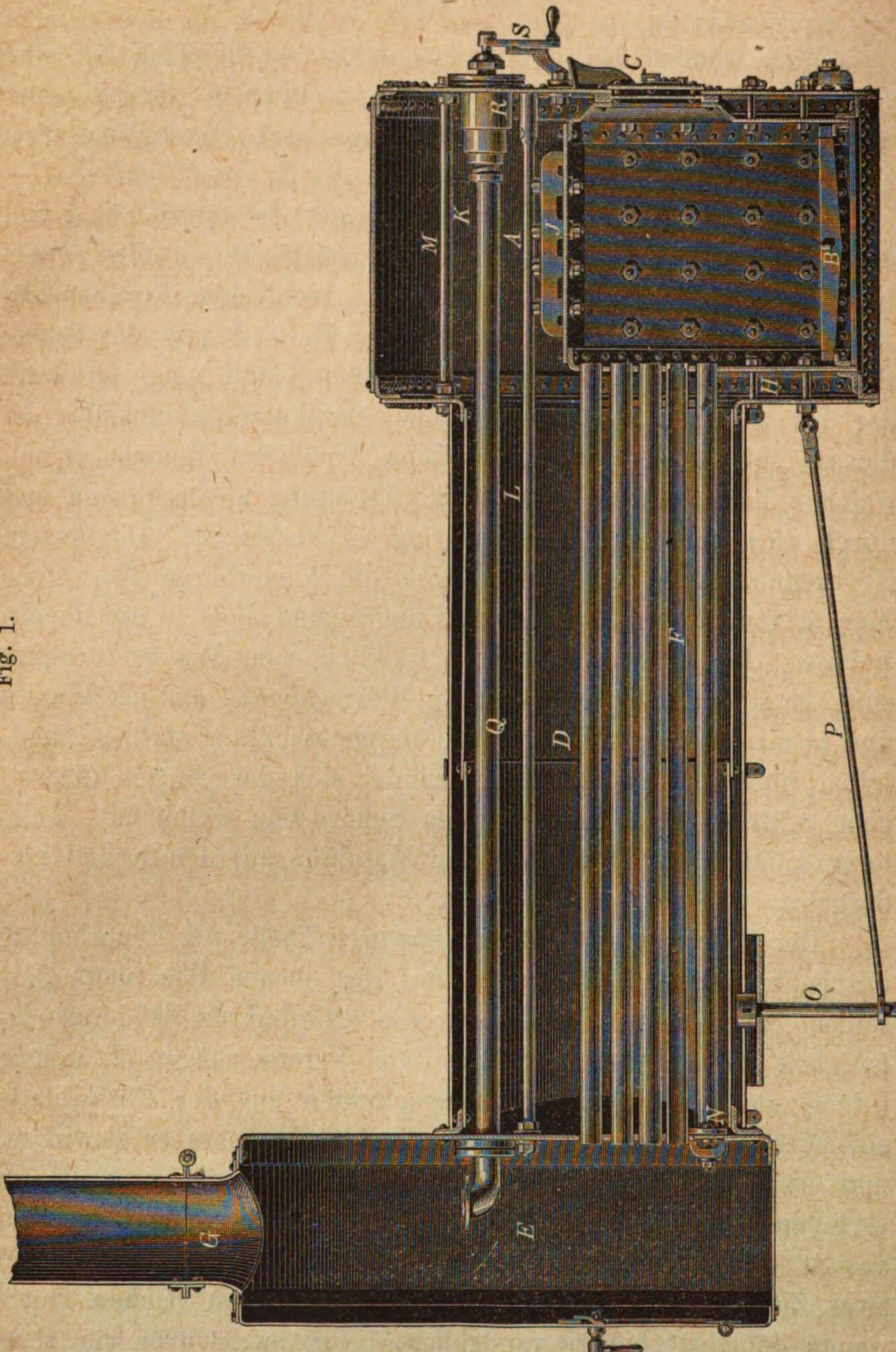
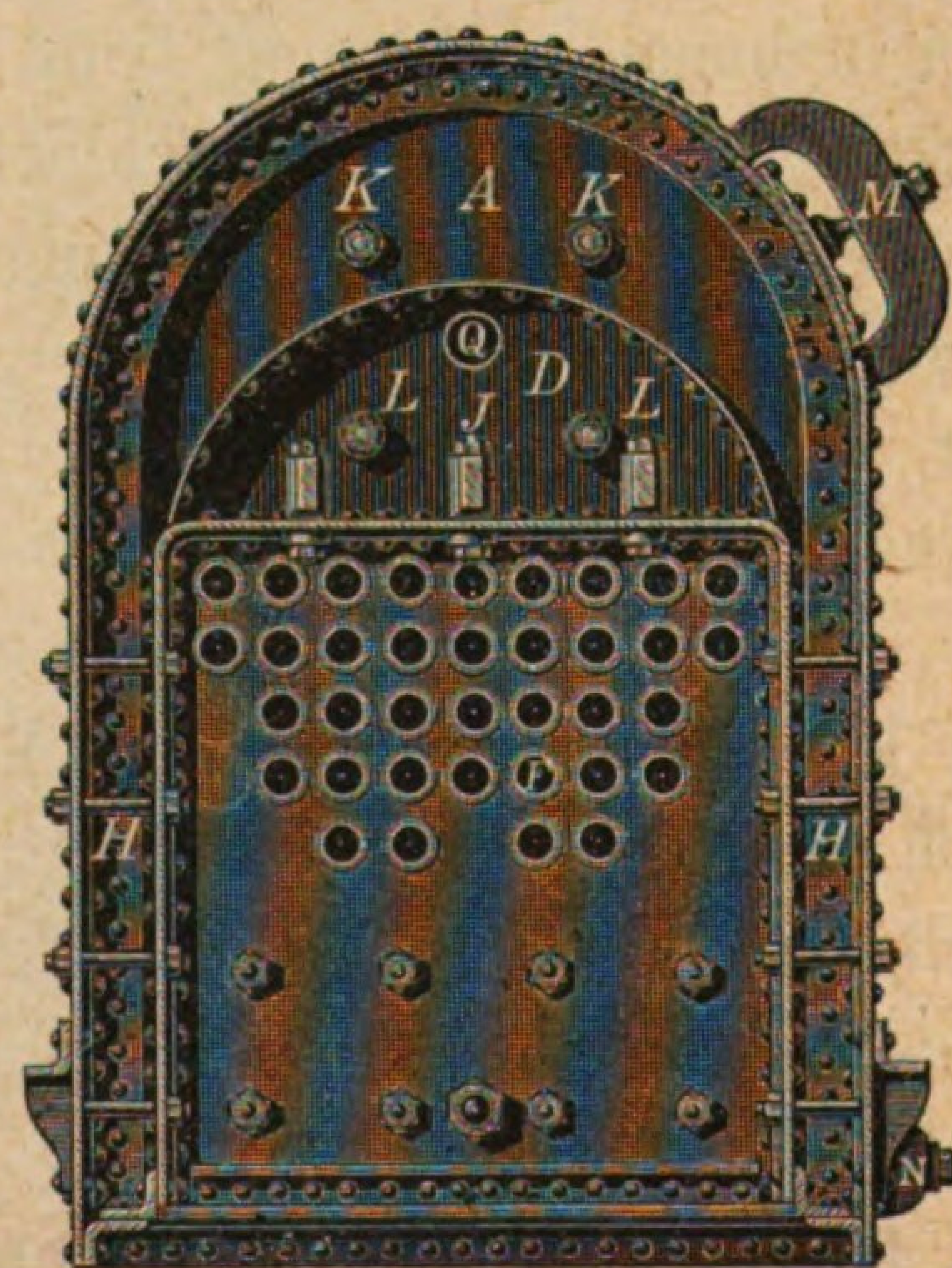


Fig. 1.

wand der Feuerbuchse mit der hinteren Schlussplatte des Kessels verankern. *M* ist das Mannloch, *NN* sind die Reinigungsluken, um beim Reinigen des Kessels den Schlamm leicht entfernen zu können. *O* ist der Schlussnagel des Vordergestells, welcher an einer Platte unter dem Kessel befestigt und durch die Strebe *P* gegen die Feuerbuchse gehalten wird.

Bei der vorliegenden Anordnung ist die Rauchbuchse erhöht, um in ihrem oberen Theile den Dampfcylinder aufzunehmen, welcher somit von den abziehenden erwärmten Verbrennungsgasen umspült wird. Diese Anordnung wird in neuerer Zeit nur noch selten angewendet, der Dampfcylinder vielmehr frei auf der Feuerbuchse oder dem cylindrischen Theile des Kessels gelagert. Das Rohr *Q* führt den Dampf in die Steuerung; bei *R* befindet sich der Absperrschieber, dessen Stellung durch die Handhabe *S* bewerkstelligt wird.

Fig. 2.



Die Siederöhren sind aus Schmiedeeisen gefertigt, und in den beiden Schlussplatten dicht verstemmt; die Zahl derselben beträgt im vorliegenden Beispiele 36. Der lichte Durchmesser derselben beträgt 6,5 Centimeter. Gewöhnlich wendet man bei Lokomobilen von 4 bis 6 Pferdekraft 20 bis 24 Röhren an, bei Lokomobilen von 8 Pferdekraft 32 und bei 10pferdigen Lokomobilen 36 bis 40 Röhren. Der Durchmesser der Röhren schwankt zwischen 5 und 8 Centimeter.

Die Grösse der feuerberührten Oberfläche nimmt man bei Lokomobilkesseln passend gleich 1,75 Quadratmeter pro Pferdekraft; die totale Rostfläche mindestens gleich 0,05 Quadratmeter pro Pferdekraft. Bei voluminösem Brennmaterial, wie Holz und Torf, muss letztere um ¹/₄ vergrössert werden.

Anstatt der vierkantigen Feuerbuchsen werden häufig cylindrische Feuerbuchsen angewendet, wodurch sich jedoch die principielle Anordnung der Kessel nicht ändert. Der Rost erhält hierdurch die Kreisform, welche demnach Roststäbe von verschiedener Länge bedingt. Diese letztere Form der Lokomobilkessel ist namentlich in Frankreich und Belgien sehr verbreitet, während in Deutschland und England zumeist die vierkantigen Feuerbuchsen vorgezogen werden.

Auch die in Fig. 3 dargestellte Form der Kessel wird zuweilen gewählt, und hat sich dieselbe in der Praxis sehr gut bewährt. Sie ist von dem bekannten Lokomobilfabrikanten R. Wolf in Bukau bei Magdeburg konstruirt worden. Der Kessel besteht aus zwei in einander geschobenen Cylindern, dem äusseren Mantel *A* und der Feuerbuchse *B*, an welcher letzteren sich die Siederöhren *C* anschliessen, während die Stirnwände *D* und *E* den Abschluss bilden.

Um den Kessel zum Zwecke des Reinigens leicht auseinander nehmen zu können, sind jene Stirnwände mit dem Winkelkranze *F* und der durchlochten Platte *G* verschraubt und nicht vernietet, die Dichtungen selbst aber durch einen Kranz von vulkanisirtem Gummi hergestellt. Diese Dichtungsart gestattet es, dass die Demontirung und erneute Zusammensetzung ohne Beihülfe einer Maschinenfabrik ausgeführt werden können.

Die Wichtigkeit der Einrichtung, den Kessel leicht reinigen zu können, ist sofort einzusehen, wenn man bedenkt, wie schädlich der die Röhren inkrustirende Kesselstein auf die Sicherheit und Verdampfungsfähigkeit des Kessels ist, und wenn man die Schwierigkeiten in Betracht zieht, welche das Reinigen des nach dem Lokomotivsysteme angeordneten, in der Regel nicht zu befahrenden Kessels verursacht.

Die Feuerung besteht, wie bei jedem Cornwallkessel, aus der, die Feuerbuchse halb umschliessenden Feuerzarge *H*, den Roststäben *I* und der Feuerbrücke *K* aus feuerfesten Steinen; jedoch würde die runde, vorn ganz offene Feuerbuchse auch die Anwendung jedes anderen Rostsystemes, z. B. des Treppen- und Etagenrostes gestatten.

Der Raum *L* trennt den Rost von der Rohrplatte *M*, in welchem durch den Aschenfall frische Luft einströmen kann. Hierdurch wird ein Ersticken des Feuers unmöglich gemacht,

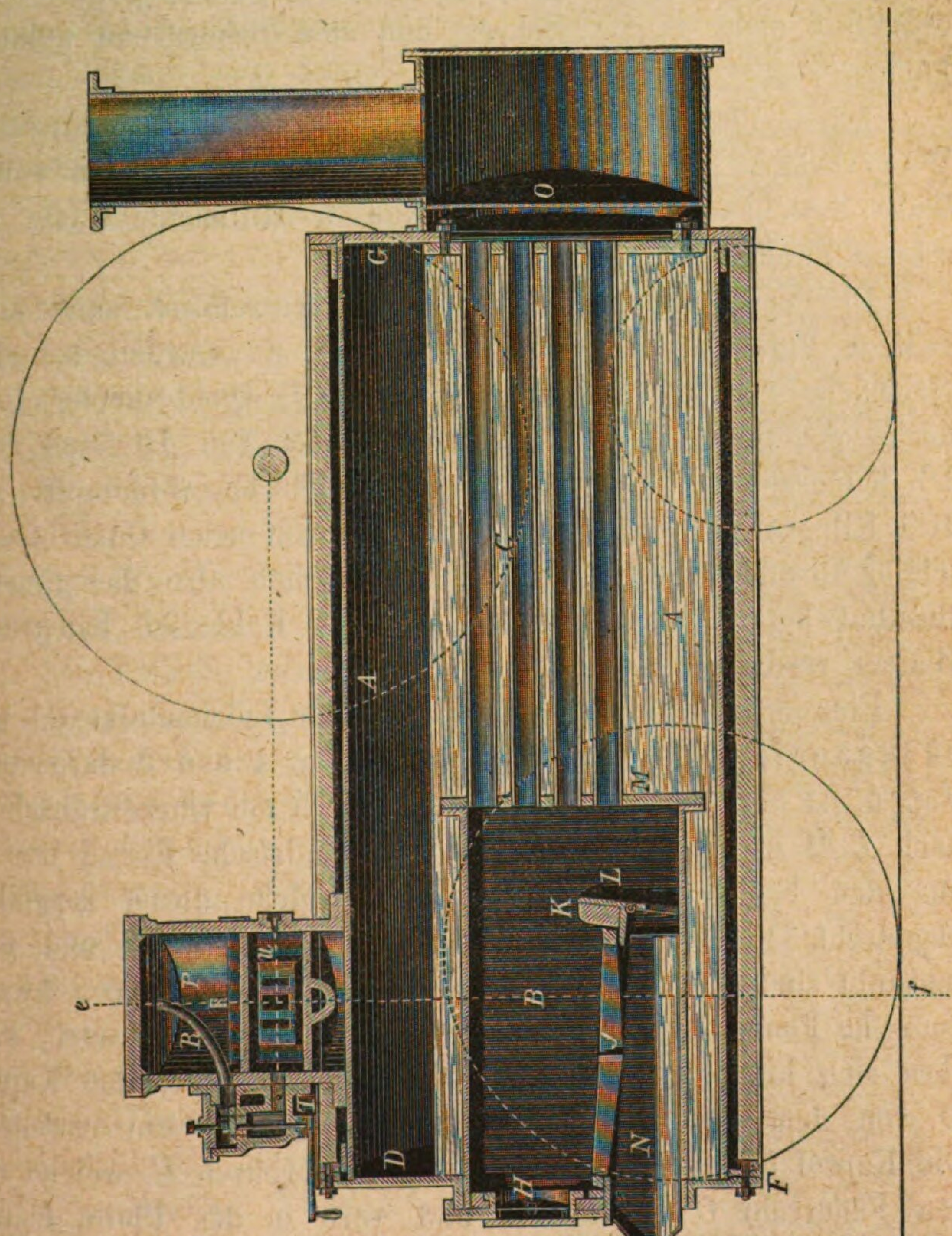


Fig. 3.

mithin jedes auch schwer entzündliche Brennmaterial mit Vortheil zu verwenden sein; es entwickelt sich in jenem Raume erst die Flamme zu ihrer ganzen Lebhaftigkeit. Ebenso wich-

tig ist es, dass durch jene Rostdisposition die Dichtungsborde der in der Platte *M* eingesetzten Röhren sehr geschont werden. Schliesslich hat der Raum *L* noch den Zweck, die bei lebhaftem Zuge mit fortgerissenen Kohlentheile aufzufangen, so dass dieselben nicht in die Röhren und den Schornstein gelangen können.

Unter dem Roste befindet sich der vorn verschliessbare Wasserkasten *N*, in der Rauchkammer der aus einem runden Siebe bestehende, mit Maschen von 6 Millimeter Weite versehene Funkenfänger *O*.

Die Verdampfungsfähigkeit dieses Kessels ist nach angestellten Versuchen eine sehr günstige. Es wurden bei einer Heizfläche von 12 Quadratmeter und 0,25 Quadratmeter Rostfläche pro Stunde 192 Kilogramm Wasser von 10 Grad, also 16 Kilogramm pro Quadratmeter Heizfläche verdampft, und 100 Kilogramm Kohle in gleicher Zeit auf jeden Quadratmeter totaler Rostfläche verbrannt. Es stellt sich also das günstige Resultat heraus, dass mit 1 Kilogramm Kohle 3,6 Kilogramm Wasser verdampft werden.

Eine sehr beliebte Konstruktion der Lokomobilkessel mit rückgängigen Feuerzügen ist in Fig. 4 und 5 dargestellt. Fig. 4 ist ein Längendurchschnitt, Fig. 5 ein Querdurchschnitt nach *L M* in Fig. 4. Der äussere cylindrische Kessel besteht aus den beiden Theilen *A* und *B*, welche durch sorgfältig abgedrehte Flantschen mit Gummischeiben gedichtet und verschraubt sind. In der Stirnseite des Theiles *A* ist das schwach konische Feuerrohr *C* von rundem Querschnitte eingesetzt, welches sich hinten zu der, aus Schmiedeeisen gepressten Kapsel *D* von dem aus Fig. 5 ersichtlichen Querschnitte erweitert. Die Kapsel dient zur Aufnahme der Siederöhren *E*, welche um das Feuerrohr *C* angeordnet und vorn in der Platte *F* des Kessels *A* eingesetzt sind. Durch diese und die andere Stirnplatte des Kessels wird die Rauchbuchse begrenzt, über welcher sich der gusseiserne Schornsteinstutzen *G* befindet.

Die Feuerung befindet sich in dem konischen Rohre *C*. *H* ist der geneigte Rost, welcher vorn auf der Feuerplatte *I*,

und hinten auf dem gusseisernen Träger *K* der gemauerten Feuerbrücke aufliegt; an der Feuerplatte *I* ist vorn die Feuerthür eingesetzt. Unter dem Roste befindet sich der bei der vorliegenden Disposition etwas beschränkte Aschenfall *L*.

An der vorderen Stirnplatte des Kessels sind zu beiden Seiten der Feuerthür noch zwei dicht schliessende Thüren angebracht, durch welche man zu den Röhren gelangen kann, um dieselben auszubürsten.

Die Flamme geht von dem Roste durch das Feuerrohr *C* bis zu der Kapsel *D*, alsdann durch die in dieser einmündenden Siederöhren *E* zurück, und endlich durch die Rauchbuchse in den Schornstein *G*. Soll der Kessel inwendig gereinigt werden, so werden die Flantschenschrauben der beiden Kesseltheile *A* und *B* gelöst, worauf der Theil *A* mit dem Flammenrohre *C*, der Kapsel *D* und den Siederöhren *E* aus dem Kessel *B* herausgezogen werden kann.

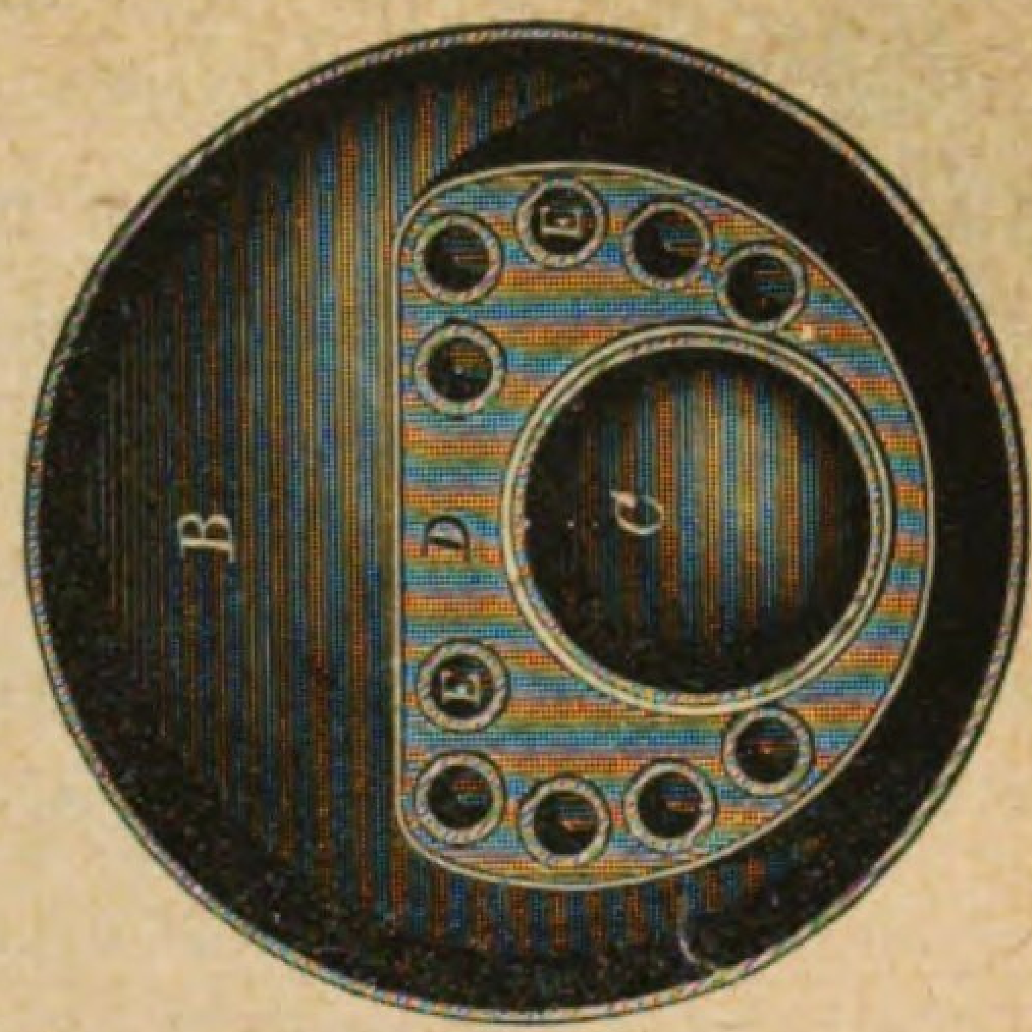


Fig. 5.

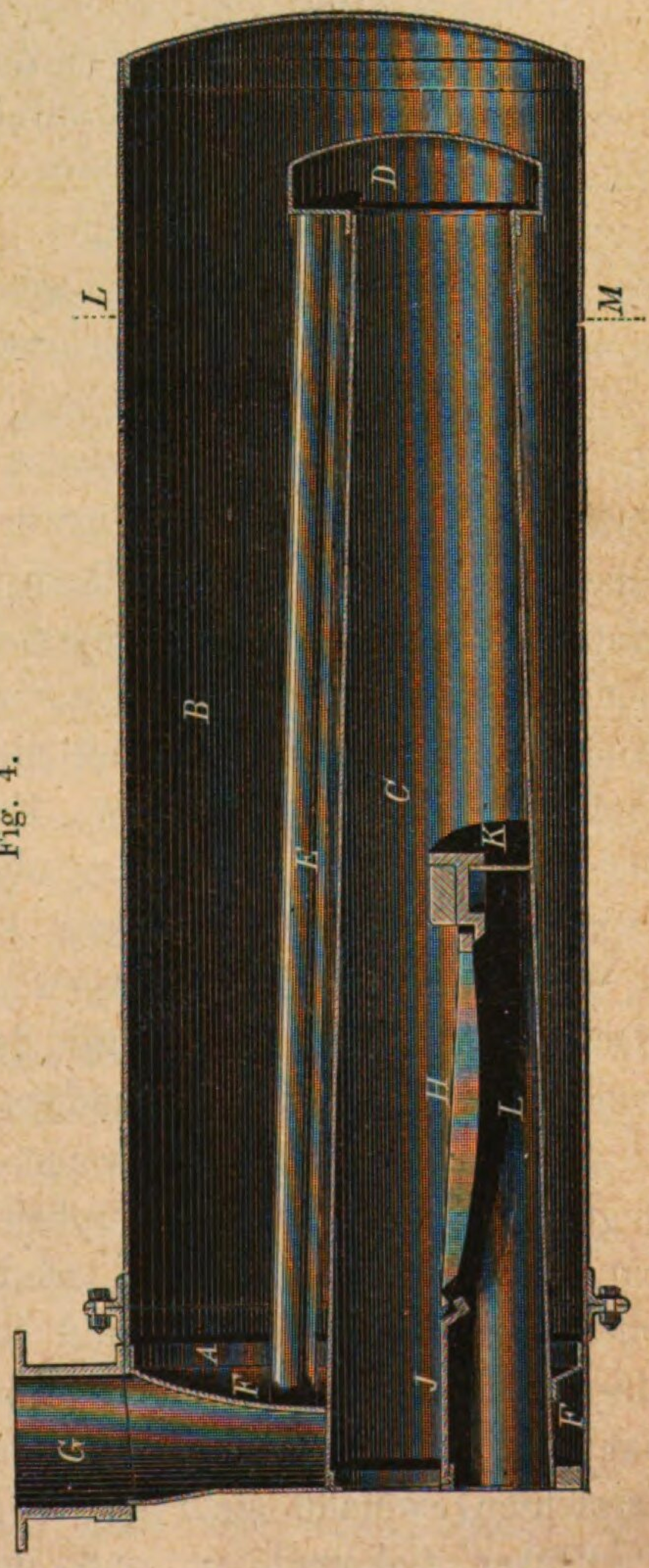


Fig. 4.

Eine ähnliche Disposition des Lokomobilkessels ist weiter unten, Fig. 16 dargestellt und erläutert.

Es giebt selbstverständlich ausser den beschriebenen Kesselkonstruktionen noch eine grosse Anzahl anderer, mit mehr oder minder bedeutendem Vortheile angewendete, deren Beschreibung hier jedoch zu weit führen würde.

Der Schornstein wird stets so eingerichtet, dass er zum Zwecke des Transportes umgelegt werden kann; er erhält einen Durchmesser von 23 bis 30 Centimeter und eine Höhe von 1,8 bis 2,8 Meter. Um den Zug zu befördern, wird stets der abgehende Maschinendampf durch ein Blasrohr, welches in dem unteren Theile des Schornsteines einmündet und schwach konisch zugeht, in letzteren eingeführt.

Der Funkenfänger, welcher das Auswerfen brennender Kohlentheile aus dem Schornsteine verhüten soll, befindet sich entweder auf dem Schornsteine, oder, wie in Fig. 3 dargestellt, in der Rauchbuchse eingesetzt. Ich halte die erstere Konstruktion für die empfehlenswerthere, weil die, dem Funkenfänger anhaftenden Kohlentheile, welche denselben leicht verstopfen, eher durch die Stosswirkung des abgehenden Maschinendampfes entfernt werden, will jedoch damit der anderen Anordnung die Brauchbarkeit nicht absprechen. Der einfachste und demnach angemessenste Funkenfänger besteht aus einer Drathhaube, welche auf der oberen Schornsteinöffnung aufgesetzt wird. Dieselbe ist aus einem Geflechte von mindestens 3 Millimeter starken Dräthen gefertigt, und von derartiger Grösse, dass der Querschnitt der Maschenöffnungen gleich der freien Oeffnung des Schornsteines ist, so dass durch den Funkenfänger der Zug nicht gehemmt wird. Schwächere Dräthe als angegeben zu benutzen, empfiehlt sich nicht, weil sonst leicht ein Durchrosten derselben stattfinden könnte. Für Lokomobilen, welche im Freien und in der Nähe leicht entzündbarer Gegenstände arbeiten, möchte sich die Umhüllung dieser Drathhaube mit einer zweiten, die erstere jedoch nur halb umfassenden empfehlen, welche stets gegen den Wind gedreht wird. Die englischen Lokomobilen sind in der Regel anstatt mit einem

Funkenfänger mit einer Schutzplatte versehen, welche sich in einem Abstande von etwa 8 Centimeter von der oberen Fläche des Schornsteines befindet; dieselbe ist jedoch keineswegs im Stande, bei heftigem Winde ihre Aufgabe wirksam zu erfüllen.

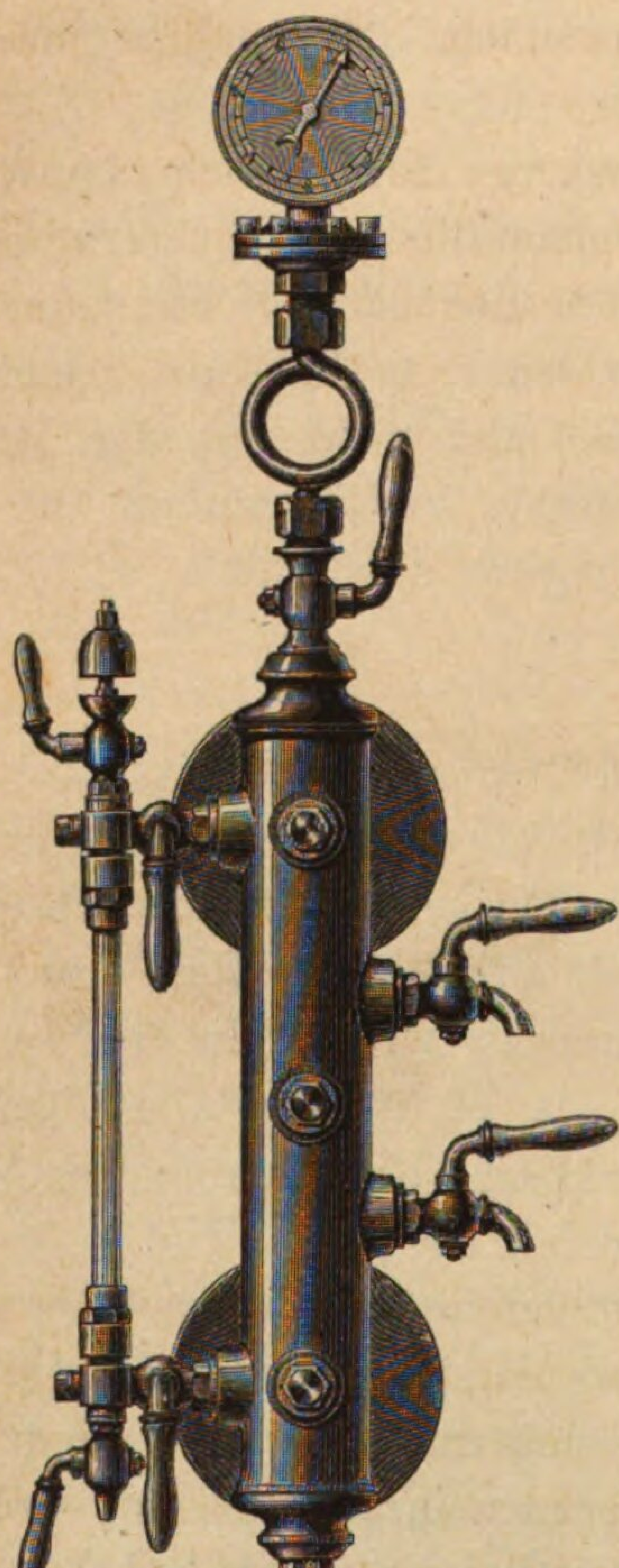
Der Lokomobilkessel wird mit einem schlechten Wärmeleiter umkleidet, und zwar entweder mit einem, in einem Abstande von etwa 2 Centimeter umgelegten, dicht anschliessenden Blechmantel ohne jede Zwischenfüllung, oder mit Filzeinlage, oder endlich bekleidet man den Kessel mit Holz. Mir scheint die erstere, einfache Anordnung die empfehlenswertheste zu sein, da die ruhende Luftschicht innerhalb des Blechmantels einen hinlänglich schlechten Wärmeleiter abgiebt. Die Filzunterlage wird, wenn der Kessel nur ein wenig undicht ist, leicht feucht, und verdirbt alsdann schnell. Die Holzbekleidung ist weit kostspieliger als die Blechbekleidung, und, wenn die Maschine im Freien arbeitet, nicht hinlänglich dauerhaft.

Die Dampfkesselarmaturen stimmen in ihrer Anordnung bei Lokomobilen fast durchweg überein mit denjenigen der stationären Kessel. Die Armaturenfabriken liefern dieselben in einem vollständigen Satze, speciell für Lokomobilen eingerichtet. Vorzügliche Lokomobilarmaturen fertigt die Fabrik von C. W. Julius Blancke u. Co. in Merseburg; dieselben zeichnen sich durch einfache und praktische Konstruktion sowie durch solide und geschmackvolle Ausführung aus. Ueber die Anordnung der Armaturen sei hier folgendes erwähnt:

Die Apparate zur Erkennung des Wasserstandes, deren nach den Kesselregulativen der meisten Länder zwei unabhängig von einander wirkende vorhanden sein müssen, sind gewöhnlich Wasserstandszeiger mit Glasröhren und Probirhähne. Eine empfehlenswerthe Form der Wasserstandsgläser, speciell für Lokomobilen eingerichtet, zeigt Fig. 6 in der Seitenansicht. Der Apparat ist unmittelbar mit den Probirhähnen, Manometer und Dampfpfeife verbunden, und sind alle diese Theile an einem gemeinschaftlichen Gusskörper befestigt.

Diese Anordnung, von C. W. Julius Blancke u. Co. in Merseburg herrührend, gewährt den Vortheil, dass der Kessel nur zur Befestigung des einen Apparates angebohrt zu werden braucht, und man im Stande ist, an einer Stelle die wichtigen Armaturen des Kessels zu übersehen.[1] Wegen des beschränkten Dampf- und Wasserraumes in den Lokomobilkesseln müssen kurze Wasserstandsgläser von 15 bis 20 Centimeter Länge angewendet werden, so dass man nur in der Lage ist, geringe Differenzen in dem Wasserniveau des Kessels zu kontroliren. Neben den Wasserstandsgläsern werden stets Probirhähne angewendet, am besten von der in Fig. 7 dargestellten Form. Beim Oeffnen des Hahnes strömt Wasser oder Dampf nach unten aus. Eine kleine Schraube gestattet das Reinigen der inneren Bohrung von anhaftendem Kesselsteine. Die beiden Probirhähne werden passend in gleichem Abstande von der Normal-Wasserstandslinie angeordnet, und zwar in einer Entfernung von 12 bis 15 Centimeter von einander. Der untere Hahn muss mindestens 10 Centimeter über der höchsten, vom Feuer direkt berührten Kesselplatte angeordnet sein.

Fig. 6.



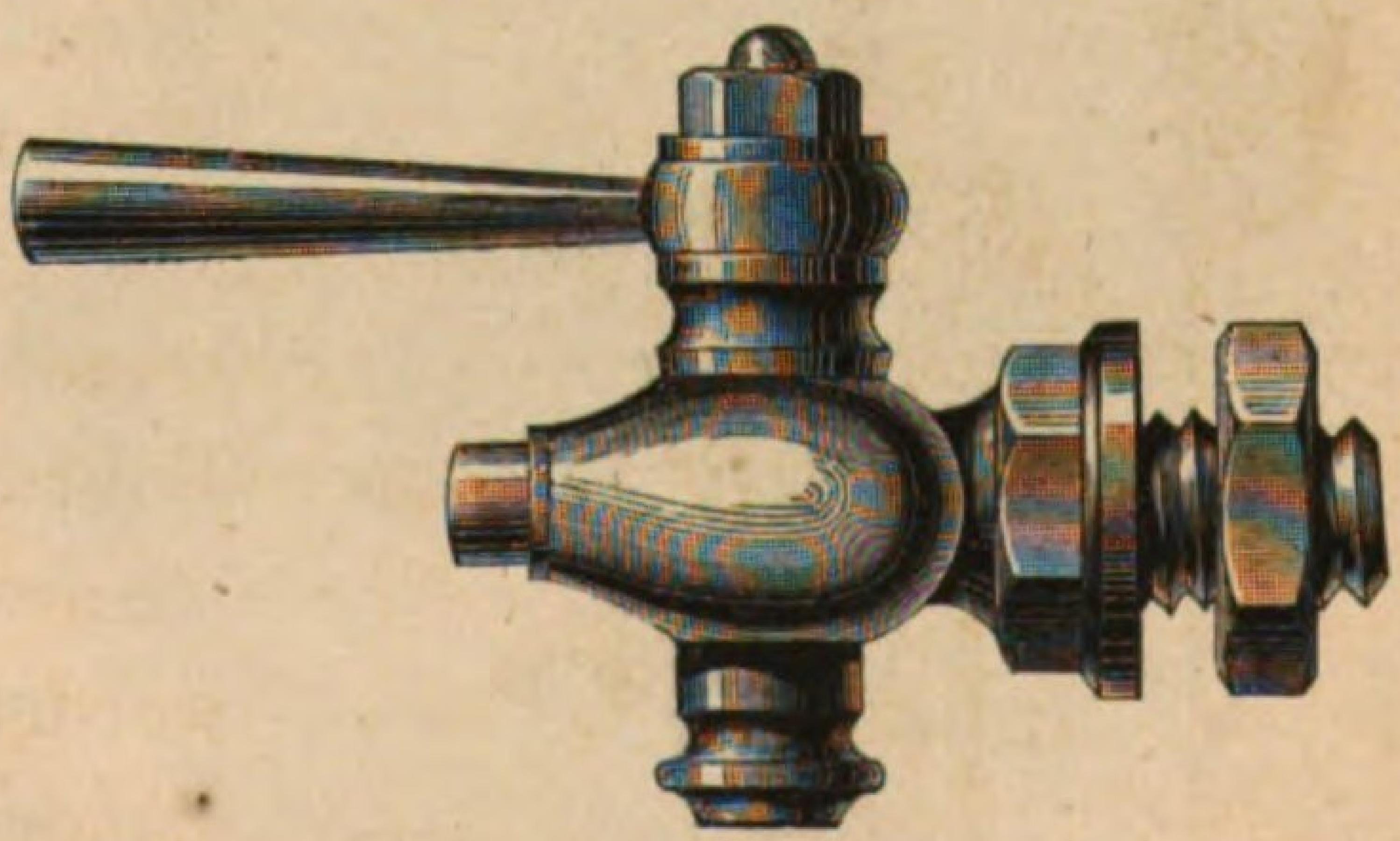
1) Der § 5 der „allgemeinen polizeilichen Bestimmungen für die Anlage von Dampfkesseln“ im Norddeutschen Bunde vom 23. Mai 1871 gestattet nur in dem Falle eine gemeinschaftliche Verbindung beider Wasserstandszeiger, wenn dieselbe durch ein Rohr von mindestens 60 Quadrat-Centimeter lichtem Querschnitte hergestellt ist.

Die Griffe der Hähne werden am besten aus Holz gefertigt, da Messinggriffe, welche man zumeist anwendet, bei hohen Dampfspannungen im Kessel derartig heiss werden, dass man sie nicht anfassen kann.

Probirventile anstatt der Probirhähne anzuwenden, empfiehlt sich nicht; dieselben halten nach meiner Erfahrung nicht dicht. Ebenso ist es nicht empfehlenswerth, Schwimmer zur Erkennung des Wasserstandes anzuwenden. Sie sind in jeder Hinsicht unzuverlässig.

Die Apparate zur Erkennung der Dampfspannung, die Manometer, werden bekanntlich in sehr verschiedenen Konstruktionen angewendet. Für Lokomobilen sind jedoch nur die Federmanometer zu empfehlen, da Quecksilbermanometer in Folge ihrer grossen Dimensionen nicht mit der Maschine transportirt werden können. Letztere würden dagegen zur Kontrole in gewissen Zeitabschnitten zu empfehlen sein, zu welchem Zwecke die Lokomobilen mit einer Vorrichtung zum Anlegen derselben vortheilhaft zu versehen sind, wie dies auch in dem Kesselregulativ (§ 13) vorgeschrieben ist.

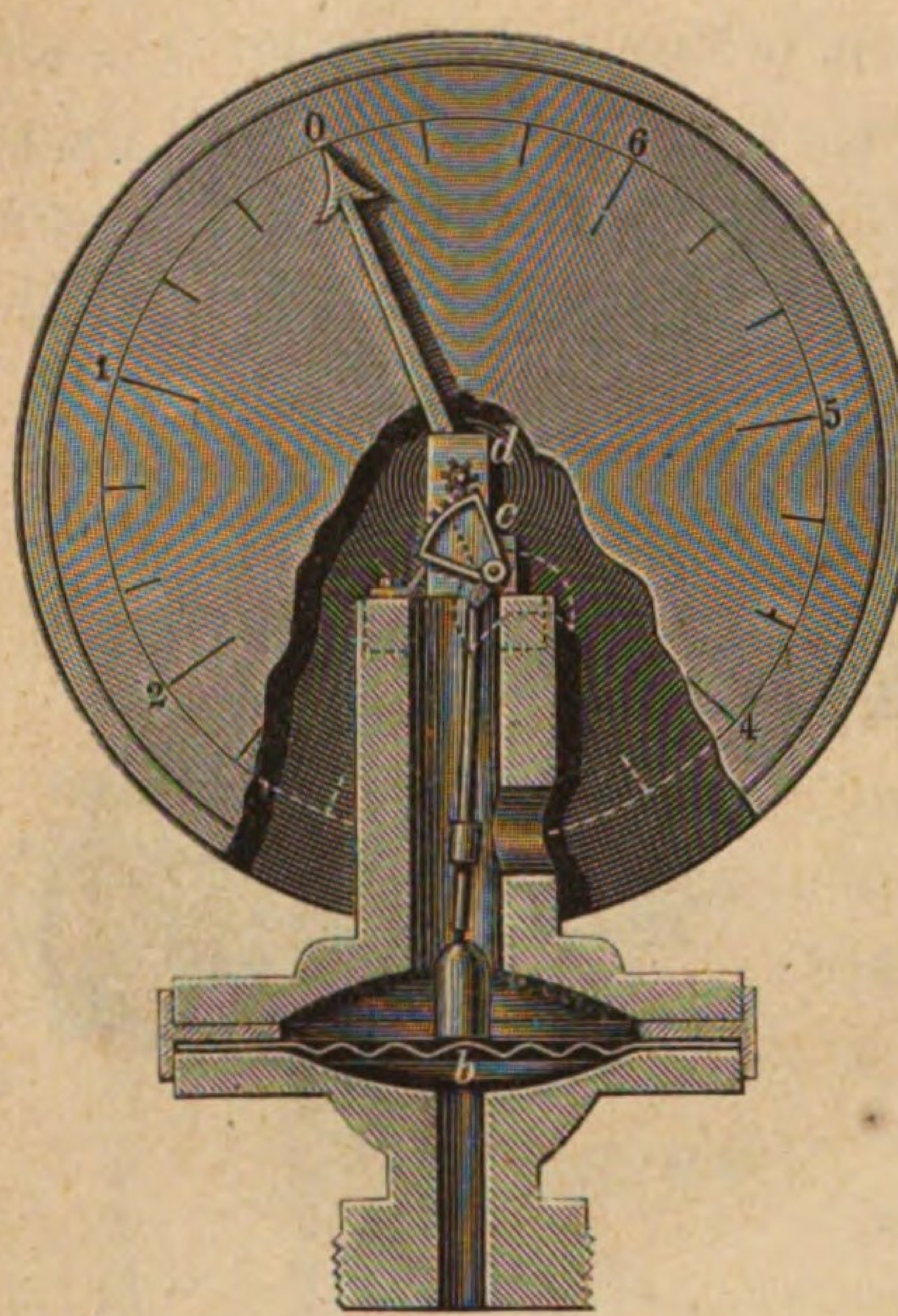
Fig. 7.



In Deutschland werden die vorzüglichsten Manometer von Schäffer & Budenberg in Buckau-Magdeburg gefertigt. Ihre Konstruktion beruht auf dem Principe, dass durch den Dampfdruck eine Formveränderung in einer federnden Platte erzeugt wird, und dass die Bewegung der Platte mittelst passender Hebel auf einen Zeiger, der sich auf einer Skala bewegt, übertragen und vergrössert wird. Da die Formveränderung in dem Maasse eine grössere wird, als der Druck des Dampfes zunimmt, so lässt sich auf empirischem Wege eine Eintheilung der Skala nach Pfunden und Atmosphären treffen, welche demnach, so

lange die Platte die ursprüngliche Federkraft behält, richtig bleibt. Viele angestellten Versuche haben gelehrt, dass die Veränderung der Elasticität selbst nach einer Reihe von Jahren kaum bemerkbar ist, so dass diese Manometer als vollkommen zuverlässig bezeichnet werden können. In Fig. 8 ist ein Manometer von Schäffer & Budenberg in der vorderen Ansicht und theilweisem Durchschnitte dargestellt. Der Dampf drückt auf die gewellte Platte *b*, deren Formveränderung durch eine Zugstange auf das Zahnsegment *c* übertragen wird. In dieses greift das kleine Getriebe *d* ein, auf dessen Achse sich der an der Skala gleitende Zeiger befindet.

Fig. 8.

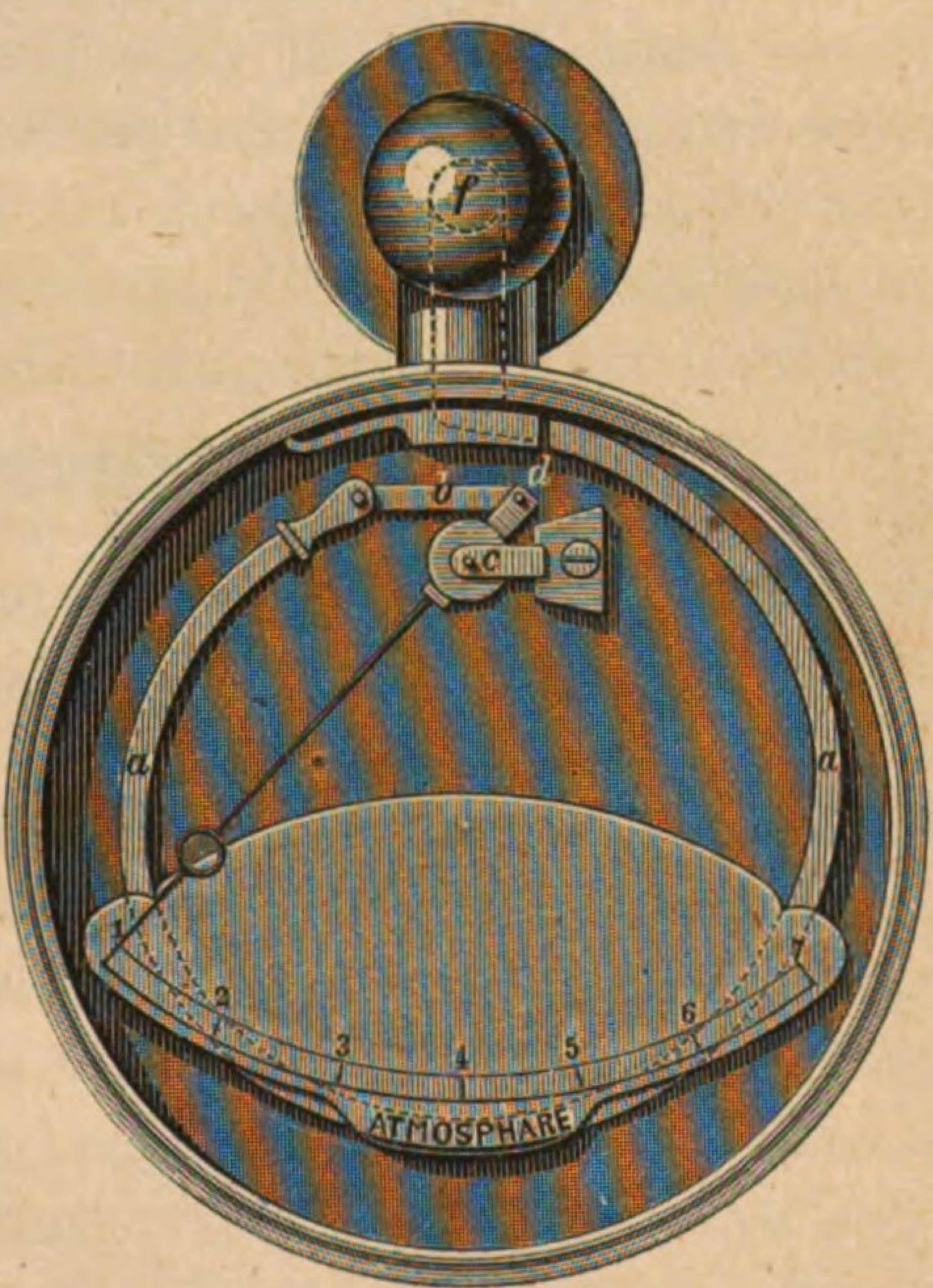


Wohl ebenso zuverlässig und sehr verbreitet sind die Manometer nach dem Systeme des Pariser Mechanikers Bourdon, bei welchen der federnde Körper aus einem dünnen Kupferrohre von linsenförmigem Querschnitte besteht, welches, an einem Ende oder in der Mitte festgehalten, beim Einströmen von gespanntem Dampfe eine Formveränderung erleidet, deren Grösse von dem Drucke des Dampfes abhängig ist. Diese Formveränderung wird wiederum durch geeignete Hebel vergrössert und auf einen, sich auf einer Skala schiebenden Zeiger übertragen. Fig. 9 zeigt ein derartiges Manometer von Bourdon; *a* ist die federnde Röhre, bei *d* befestigt, während durch das Rohr *f* der Dampf zuströmt. Die Bewegung des Rohres wird durch eine Gliederstange *b* auf den kurzen Hebel des Zeigers *c* übertragen. Eine sehr kleine Bewegung, entsprechend einer sehr geringen Veränderung der Spannung,

ist bereits mit hinreichender Deutlichkeit auf der Skala abzulesen. Bei einigen Manometern werden die federnden Röhren aus Silber gefertigt.

Die Apparate zum Reguliren des Dampfdruckes, die Sicherheitsventile, sind Vorrichtungen zur selbstthätigen Ablassung des über der normalen Dampfspannung im Kessel vorhandenen Dampfes. Sie bestehen in der Regel aus einem Ventile, welches durch Gewichte oder Federn, die direkt oder an einem Hebel wirken, belastet werden kann. Die Belastung ist derartig bemessen, dass sie dem Drucke der normalen Dampfspannung das Gleichgewicht hält. Nach dem in der Note S. 18 aufgeführten Kesselregulative (§ 8) müssen an jedem Lokomobilkessel zwei Sicherheitsventile vorhanden sein; dieselben müssen jederzeit gelüftet werden können, und sind höchstens so zu belasten, dass sie beim Eintritt der für den Kessel festgesetzten Dampfspannung den Dampf entweichen lassen.

Fig. 9.

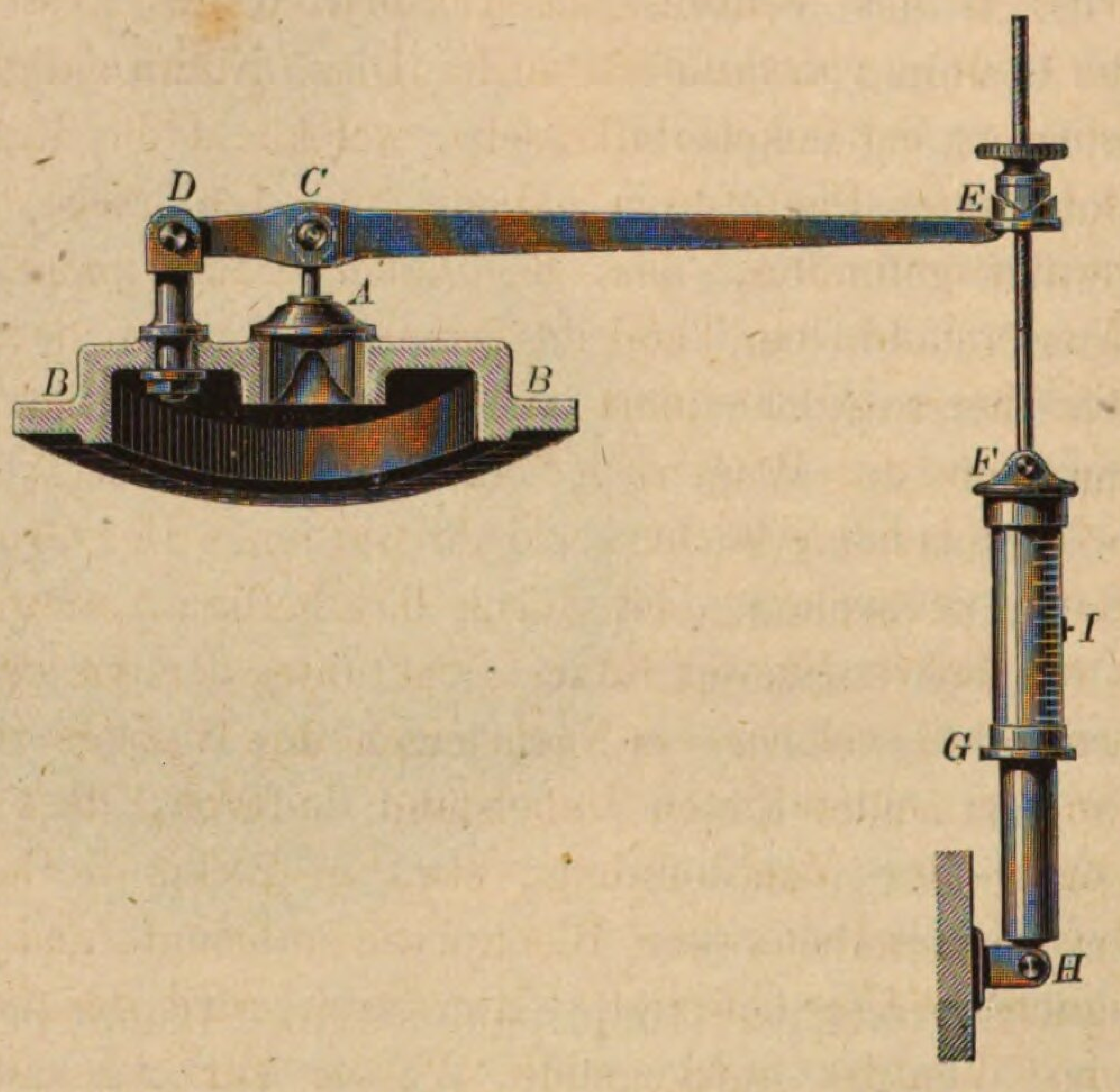


Empfehlenswerth ist es, die Berührungsfläche des Ventiles mit seinem Sitze so klein als möglich zu machen; die Breite der Sitzfläche soll schneidenförmig sein, und beträgt passend 1 Millimeter.

Das zweite Ventil belastet man am besten mittelst einer Spiralfeder nach der in Fig. 10 dargestellten Anordnung. Der Ventilkörper *B* ist auf dem Kessel, am passendsten auf der Feuerbuchse angebracht; *A* ist das Ventil, dessen Belastung

durch den Hebel *C* erfolgt, welcher bei *D* seinen Drehpunkt hat. Bei *E* greift die Schraubenspindel *F* an, welche von einer, in dem Gehäuse *G* befindlichen Spiralfeder getragen wird. Die Federwaage zieht den Hebel nach abwärts; der Druck kann durch Anspannung der Feder mittelst der bei *E* befindlichen Stellschraube regulirt werden. Die Grösse des Dampfdruckes, für welche die Belastung eingestellt ist, wird durch einen Zeiger *I* angegeben, welcher aus dem Federgehäuse herausgeführt ist, und am Umfange desselben auf einer Skala gleitet.

Fig. 10.



Die Belastung des Hebels wird in folgender Weise bestimmt: p sei der Dampfdruk, und d der lichte Durchmesser des Ventiles; so beträgt der Druck, mit welchem das Ventil gehoben wird:

$$P = \pi \frac{d^2}{4} \cdot p \cdot$$

Würde nun das Ventil direkt belastet, so müsste P gleich dieser Kraft gemacht werden. Greift dagegen die Belastung an

dem Hebelsarme a an, so wird das an diesem Hebelsarme angreifende Gewicht

$$G = \frac{Pb - Qc}{a},$$

wenn b den Hebelsarm der Kraft P und $Q\,c$ das statische Moment des unbelasteten Ventiles ausdrückt. Es ergiebt sich also

$$G = \frac{\frac{\pi\, d^2}{4}\, pb - Qc}{a} = 0{,}78\, \frac{d^2 pb}{a} - Q\, \frac{c}{a}.$$

Bei beschränktem Dampfraume im Kessel muss an dem Sicherheitsventile eine Vorrichtung angebracht sein, durch welche beim Erheben des Ventiles ein Ausspritzen des Kesselwassers durch die Oeffnung verhindert wird. Diese Nothwendigkeit tritt ganz besonders bei Lokomobilkesseln, welche in der Regel einen sehr beschränkten Dampfraum haben, ein. Ich habe es wiederholt bestätigt gefunden, dass bei hoher Dampfspannung und hohem Wasserstande ein Theil des Kesselwassers aus dem Sicherheitsventile herausgeschleudert wird, sobald sich dieses öffnet. Das Auswerfen des Wassers erfolgt mit derartiger Vehemenz, dass die Umstehenden leicht verbrüht werden. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, dass durch das heftige Ausströmen des Dampfes ein luftverdünnter Raum dicht unter der Ausströmungsöffnung entsteht, welcher ein Nachsteigen des Wassers zur Folge hat. Man vermeidet diesen Uebelstand dadurch, dass man im Kessel, unter der Ventilöffnung, etwa in 2 bis 3 Centimeter Abstand von derselben, eine Blechplatte anbringt, und dieselbe auf geeignete Weise befestigt. Hierdurch wird das beim Abblasen des Ventiles aufsteigende Wasser zurückgehalten und somit der angeführte Uebelstand vollständig beseitigt. Derartige Schutzplatten sollten bei Lokomobilen, welche mit hoher Dampfspannung arbeiten, niemals fehlen.

Bei einigen englischen Lokomobilen wendet man Schmelzpfropfen an, um die Gefahren zu vermindern, welche durch das Sinken des Wasserstandes bis zu der vom Feuer berührten obersten Kesselplatte entstehen. Diese Pfropfen aus leicht schmelzbarem Metall werden in der Regel in der Deckplatte

der Feuerbuchse eingesetzt, und gerathen in Fluss, sobald diese Platte vom Wasser blosgelegt ist. Der Dampf entweicht in den Feuerungsraum, und bewirkt das sofortige Auslöschen des Feuers auf dem Roste. Die Schmelzpfropfen bestehen aus einer leicht schmelzbaren Metalllegirung, z. B. 1 Theil Wismuth, 4 Theile Zinn und 4 Theile Blei; sie werden mit Gewinde versehen und in die Feuerbuchse hineingeschraubt. Es müssen selbstverständlich stets einige Reserveschmelzpfropfen vorhanden sein. Bei Kesseln, welche von sorgsamen Maschinisten bedient werden, erscheint mir diese Vorrichtung nicht nothwendig; dagegen haben sie sich bei schlecht behandelten Kesseln oft sehr gut bewährt.

Zu den Armaturen des Kessels sind ferner noch die *Vorrichtungen zum Speisen* desselben zu rechnen. Man wendet hier *Pumpen* und *Injektoren* an.

Die *Kesselspeisepumpen* sind Saug- und Druckpumpen, welche das Wasser aus einem Reservoir heben und in den Kessel hineinpressen, wobei sie die Dampfspannung im Innern des Kessels zu überwinden haben. Die Pumpen werden durch die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt, und müssen derartig bemessen sein, dass sie ein grösseres Quantum Wasser, als zur Speisung erforderlich, heben können. Die zweite, an jedem Kessel durchaus nothwendige Speisevorrichtung ist entweder eine Handpumpe oder ein Injektor. Bedingung für die Anordnung der Lokomobil-Speisepumpen ist, dass die inneren Theile derselben gut zugänglich sind, so dass man schnell, ohne Lösung vieler Schrauben, zu den Ventilen gelangen kann, da sich diese leicht, namentlich bei Maschinen, welche im Freien arbeiten, durch Schmutz, Strohtheile u. s. w. versetzen. Unter dem Saugventile muss ein Hahn und an diesem der Saugschlauch aus starkem Gummi angebracht sein, welcher in dem, am besten aus Kupfer gefertigten Saugkorbe endigt. Das Druckrohr muss direkt aus dem zweiten Druckventile, dem sogenannten Speiseventile, in den Kessel eingeführt werden; ein weites Umherleiten der Röhren veranlasst im Winter, wenn die Maschinen im Freien stehen, leicht ein Einfrieren der mit Wasser gefüllten

Röhren. Es ist nicht empfehlenswerth, das Druckventil in einer lothrechten Achse mit dem Saugventile anzuordnen, da man in diesem Falle nur schwierig zu dem letzteren gelangen kann; beide sollen in besonderen Ventilkörpern neben einander angeordnet werden. Das Auflager der Ventile auf ihren Sitzen darf nur ein geringes sein, weil breite Auflager leicht undicht werden, auch durch die Adhäsion der Ventilflächen die zum Heben des Ventiles erforderliche Kraft vermehrt wird. Die Ventile müssen derartig angeordnet sein, dass sie durch den auf sie lastenden Druck nicht zur Seite gedrückt werden können, wodurch am ehesten eine mangelhafte Leistung oder ein gänzliches Versagen der Pumpe erzielt wird. Das oberhalb des Ventiles seitlich abgehende Rohr muss stets etwas höher liegen als die Sitzfläche des Ventiles.

Eine gut konstruirte Pumpe ist weiter unten, Fig. 56, als Dampfpumpe angeordnet, abgebildet.

Die Handpumpen weichen in ihrer Konstruktion von den durch die Dampfmaschine in Bewegung gesetzten Pumpen nicht ab; zu beachten ist, dass der Hebel, mit welchem der Kolben bewegt wird, hinlänglich lang sein muss, um eine entsprechende Kraftäusserung auszuüben. Ueber die Leistungsfähigkeit der Pumpen wird ebenfalls in Abschnitt III gesprochen werden.

Der Injektor, auch Dampfstrahlpumpe genannt, eine Erfindung des Franzosen Giffard, ist in seiner einfachsten Form, welche in neuerer Zeit mancherlei Veränderungen der Details erfahren hat, in Fig. 11 dargestellt. Derselbe besteht aus einem Körper *I*, gewöhnlich aus Bronze gefertigt, in welchem bei *E* das Dampfleitungsrohr, bei *C* das Saugrohr einmündet. In dem Körper befindet sich, durch zwei Stopfbuchsen bei *X* gedichtet, der sorgfältig abgedrehte Cylinder *F*, inwendig hohl und in einer Spitze *B* auslaufend. Der Dampf strömt aus *E* durch das Ventil *R* in den Cylinder *F*. In demselben befindet sich die in einer Spitze endigende, bei der vorliegenden Konstruktion feste Stange *G*, gegen welche der Cylinder *F* derartig verstellt werden kann, dass der ringförmige Raum bei *B*, durch welchen der Dampf tritt, vergrössert und verkleinert werden

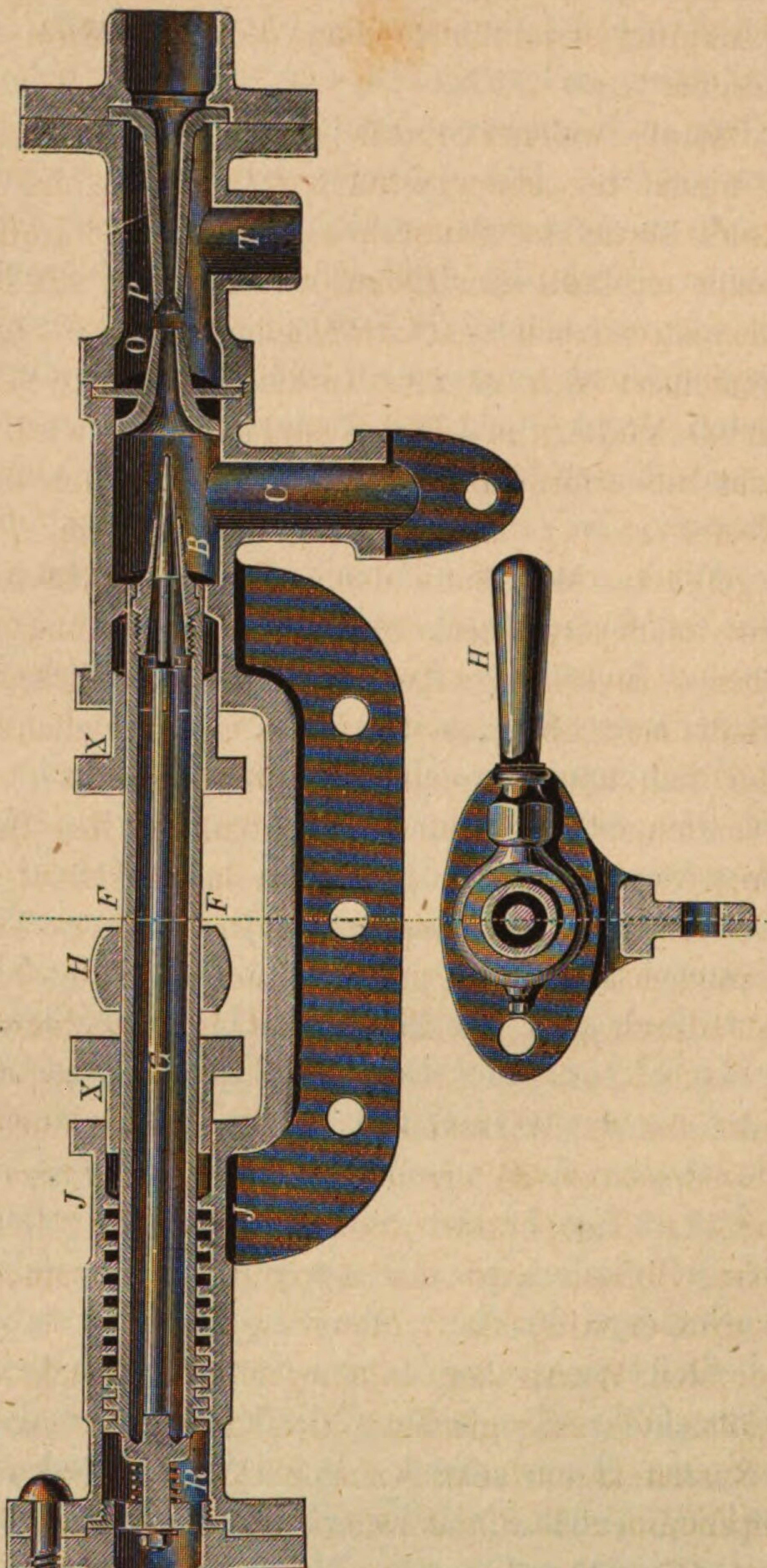


Fig. 11.

kann. Durch den Handgriff *H*, dessen Anordnung aus dem Querdurchschnitte ersichtlich, kann die Dampfdüse leicht eingestellt werden.

Der Dampf, welcher durch diese Düse in den Apparat einströmt, nimmt bei seiner schnellen Bewegung die im Innern des Injektors sowie im Saugrohre *C* enthaltene Luft mit. Es entsteht somit ein luftleerer Raum, welcher sich mit dem, durch den Atmosphärendruck nachströmenden Wasser füllt. Der Dampf kondensirt sich in dem kalten Wasser, welches durch die Düsen *O* und *P* in den Kessel geführt wird. Hat der Dampf nicht die erforderliche Geschwindigkeit, um das Wasser in den Kessel zu pressen, so wird letzteres bei *T* aus dem Apparate geführt. Man kann demnach an dem Abflusse aus diesem Rohre sofort erkennen, ob der Injektor funktionirt oder nicht. Ebenso zuverlässige Auskunft über die Wirksamkeit desselben erhält man übrigens durch das eigenthümliche Geräusch, welches der sich kondensirende Dampf verursacht.

Die vorstehend geschilderte Konstruktion des Injektors ist eine neuere, von Schäffer in Bukau herrührende; sie weicht in den Details von der ursprünglichen Giffard'schen Konstruktion einigermassen ab, und zeichnet sich dieser gegenüber vortheilhaft durch grössere Einfachheit und leichtere Handhabung aus.

Um die für die Wirksamkeit des Apparates durchaus nothwendige Kondensation zu erreichen, muss das Wasser möglichst kühl sein; die Temperatur desselben darf 32° Celsius nicht übersteigen. Ebenso wird der Apparat unwirksam, wenn die Saughöhe grösser wird als 3 Meter.

Ueber den Werth der Injektoren haben sich in neuester Zeit die Ansichten sehr geklärt; die Theorie hat nachgewiesen, dass der Nutzeffekt ein sehr geringer ist. Während für gewöhnliche Dampfpumpen 1 Pfund Dampf zur Förderung von 100 bis 200 Pfund Wasser unter einem, der Dampfspannung gleichkommenden Gegendrucke genügt, kann die Dampfstrahlpumpe mit 1 Pfund Dampf kaum 10 bis 20 Pfund Wasser fördern. Oekonomisch ist somit der Apparat nicht.

Trotzdem ist seine Verwendung zum Kesselspeisen in vielen Fällen empfehlenswerth. Der Apparat gewährt den Vortheil, dass er unabhängig von der Maschine, also wenn diese still steht, arbeiten kann; die Speisung kann bei einem schwachem Dampfdrucke, bei welchem die Maschine nicht mehr arbeitet, erfolgen. Das Wasser gelangt erwärmt in den Kessel; Betriebsstörungen, wie sie bei Pumpen gar zu häufig eintreten, z. B. bei undichtem Schlusse der Ventile, kommen weit seltener vor. Dagegen ist andererseits zu berücksichtigen, dass die Handhabung des Injektors, also die Einstellung des Wasser- und Dampfrohres, Uebung erfordert, welche man erst nach einiger Zeit erlangt; ganz ungeübten Arbeitern darf demnach der Injektor nicht anvertraut werden.

In neuester Zeit sind einige, anscheinend nicht unerhebliche Verbesserungen an dem beschriebenen Injektor gemacht worden, welche namentlich die verschiedenen Dichtungen vermeiden, und ein leichteres Einstellen bewirken sollen. Hierher gehört z. B. der Injektor von Turk[1] und der Schau'sche Injektor. Letzterer ist jedoch nur in dem Falle zu verwenden, wenn das Reservoir des Speisewassers höher liegt als der Apparat; also in den meisten Fällen nicht für Lokomobilen.[2]

Die Vorwärmer haben die Aufgabe, das in den Kessel einzuführende Wasser mittelst des abgehenden Maschinendampfes oder der abziehenden heissen Gase zu erwärmen. In den meisten Fällen wird sich die Anbringung eines Vorwärmers bei Lokomobilen nicht empfehlen. Der abgehende Dampf dient bekanntlich zur Verstärkung des Zuges; er wird direkt mittelst des Blasrohres in den Schornstein geführt. Sollte er vorher zum Erwärmen des Speisewassers benutzt werden, so verliert er hierdurch einen Theil seiner Spannung und demnach seiner Ausströmungsgeschwindigkeit, so dass er an seiner Wirksamkeit als Zugbeförderer erheblich einbüsst. Dabei kondensirt er sich

1) Siehe: König, die Pumpen, Jena 1869, S. 114, und Civilingenieur. Bd. XI.

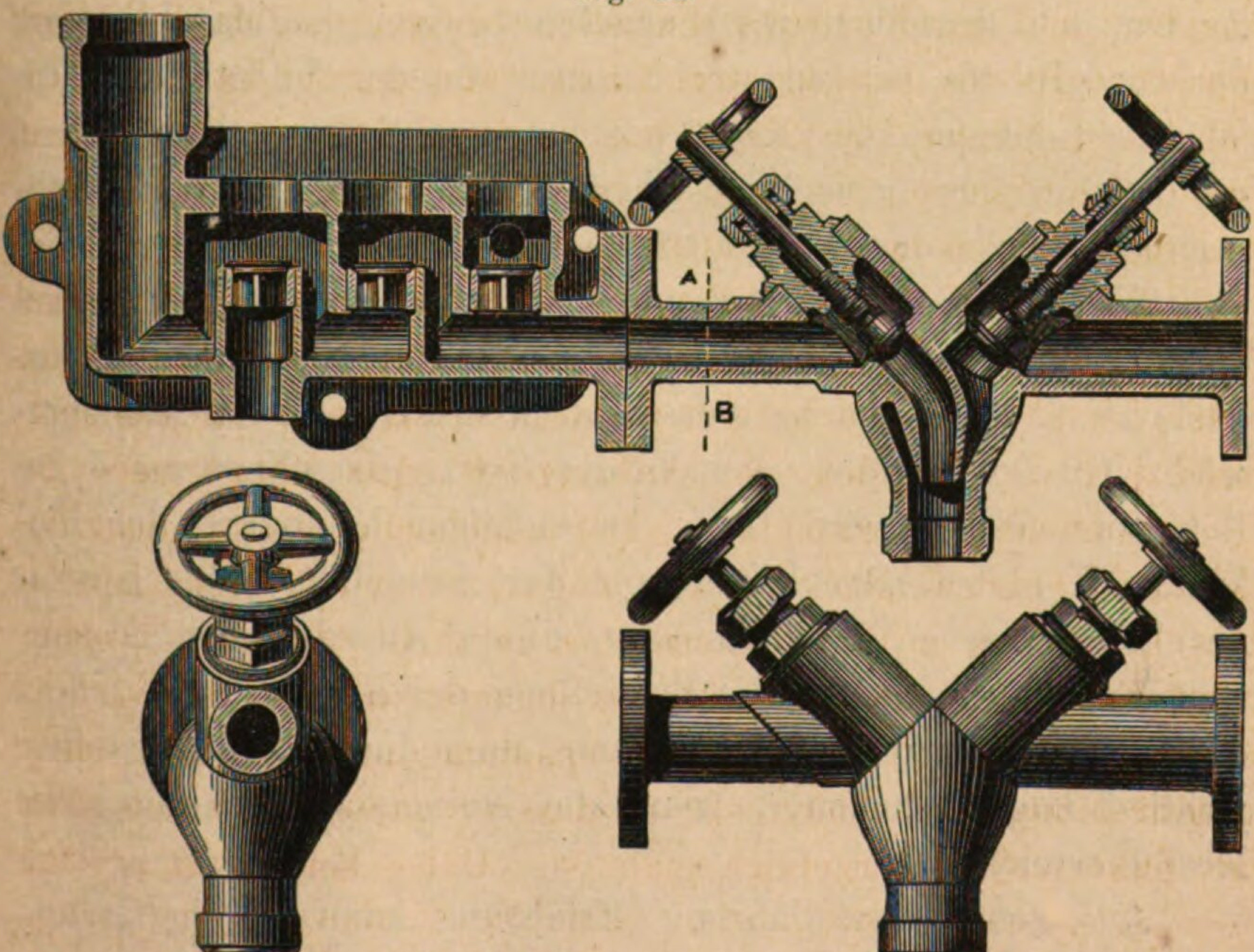
2) Die Theorie der Dampfstrahlpumpe wird abgehandelt in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. IX, S. 343 und in Weissbach's Ingenieur- und Maschinenmechanik, Bd. II, S. 949.

theilweise, und es findet ein Ausschleudern des Wassers aus dem Schornsteine statt. Dieses, mit Russ gefärbte Wasser macht häufig eine Annäherung an die arbeitende Maschine kaum möglich, während dieselbe gleichzeitig mit dem fest anhaftendem Russe dicht überzogen wird.

Ebenso wenig empfiehlt sich die Durchführung des Druckrohres der Speisepumpe durch die Rauchkammer zum Zwecke der Erwärmung des Wassers. Hier kann der Fall eintreten, dass ein Durchbrennen des Rohres stattfindet, wenn dasselbe leer ist und mit einem Brennmaterial gefeuert wird, welches mit langer Flamme durch die Sideröhren zieht, z. B. beim Anfeuern mit Holz.

Ein eigenthümlicher Vorwärmer, unmittelbar mit der Speisepumpe kombinirt, welcher bei den Lokomobilen von Rich. Garrett in Leiston angewendet wird, ist in Fig. 12 dar-

Fig. 12.



gestellt. Von den beiden, schräg gestellten Ventilen leitet das äussere, in der Zeichnung rechts befindliche, Dampf aus dem

Ausblaserohre, das linker Hand befindliche Wasser, von der Pumpe gehoben, zusammen. Hierdurch entsteht eine Verdichtung des Dampfes und Erwärmung des Wassers, deren Mengen durch die Ventile regulirt werden. Im Uebrigen ist die Wirksamkeit des Apparates leicht aus der Durchschnittszeichnung zu ersehen. Es sei hierbei noch speciell auf die geschickte Anordnung der Ventile in der Speisepumpe aufmerksam gemacht.

b) Die Dampfmaschine.

Es kann hier nur von der Disposition der einzelnen Theile der Dampfmaschine zu einander die Rede sein.

Man legt die Dampfmaschine entweder auf eine Grundplatte und befestigt diese auf dem Kessel, oder die Dampfmaschine wird unmittelbar auf dem Kessel angebracht; der letztere bildet alsdann die Grundplatte. Die Ansichten, ob eine besondere Grundplatte erforderlich ist oder nicht, sind getheilt. Zu Gunsten derselben wird angeführt, dass die Maschine auf der Grundplatte ein unverschiebbares Ganzes bildet; dass die Wärmeausdehnung des Kessels keinen nachtheiligen Einfluss auf die Stellung der einzelnen Theile der Maschine zu einander ausüben kann; dass das Montiren der Maschine auf der abgehobelten Platte mit geringeren Schwierigkeiten verbunden ist. Die Verfechter der Ansicht, dass eine Grundplatte nicht erforderlich ist, heben hervor, dass durch dieselbe das Gesammtgewicht der Lokomobile je nach der Stärke derselben um 4 bis 8 Centner erhöht wird; dass bei richtiger Montirung der Maschine, d. h. bei Berücksichtigung der Ausdehnung des Kessels durch die Wärme, Nachtheile aus dieser Anordnung nicht entstehen können, da man die Einstellung des Kolbens, der Schieber u. s. w. derartig reguliren kann, dass diese Theile erst ihre richtige Lage annehmen, wenn die Normaldampfspannung im Kessel erreicht ist.

Aus eigener, vieljähriger Erfahrung kann ich bestätigen, dass das Fehlen der Grundplatte bei sonst geschickter und richtiger Anordnung der Maschine keinerlei Nachtheile mit sich führt; nach Jahre langem Gebrauche solcher Maschinen zeigte

sich keinerlei Schaden, welcher aus dem Mangel der Grundplatte abgeleitet werden konnte. Es erscheint mir desshalb nicht erforderlich, eine Grundplatte anzuwenden, und bei solchen Lokomobilen, welche sehr häufig und auf schlechten Wegen transportirt werden müssen, mag dieselbe sogar in Folge der Erhöhung des Gesammtgewichtes von Nachtheil sein. Im Uebrigen aber wird es gleichgültig sein, ob eine Grundplatte vorhanden ist oder nicht.

Es fragt sich zunächst, an welcher Stelle der Dampfcylinder am passendsten anzubringen ist. Nehmen wir den zumeist angewendeten Kessel nach dem Lokomotivsysteme, so wird der entsprechendste Platz des Cylinders auf der Feuerbuchse sein, womöglich mit einem Dampfmantel umgeben, so dass die äussere Wandung gegen Abkühlung geschützt ist. Jedoch darf hierdurch die Zugänglichkeit zu den inneren Theilen nicht erschwert werden. Bei Maschinen mit einem Cylinder empfiehlt es sich, denselben nicht in der Mittelachse des Kessels, sondern etwas zur Seite zu lagern, so dass seine Achse etwas niedriger zu liegen kommt. Es resultirt aus dieser Anordnung eine niedrigere Lage der Schwungradwelle; die Lagerböcke derselben können also schwächer ausgeführt werden. Maschinen mit zwei Cylindern werden derartig montirt, dass die Mittelachse der Maschine mit der Mitte des Kessels zusammenfällt.

Die Lagerung des Cylinders in der Rauchbuchse war in früherer Zeit sehr beliebt. Dieselbe hat jedoch den Nachtheil, dass leicht in Folge der starken Erhitzung des Cylinders durch die abziehenden heissen Gase ein Festbrennen der Schmiere in demselben stattfindet, und ferner, dass man nur schwer zu den inneren Theilen, Kolben und Schieber, gelangen kann.

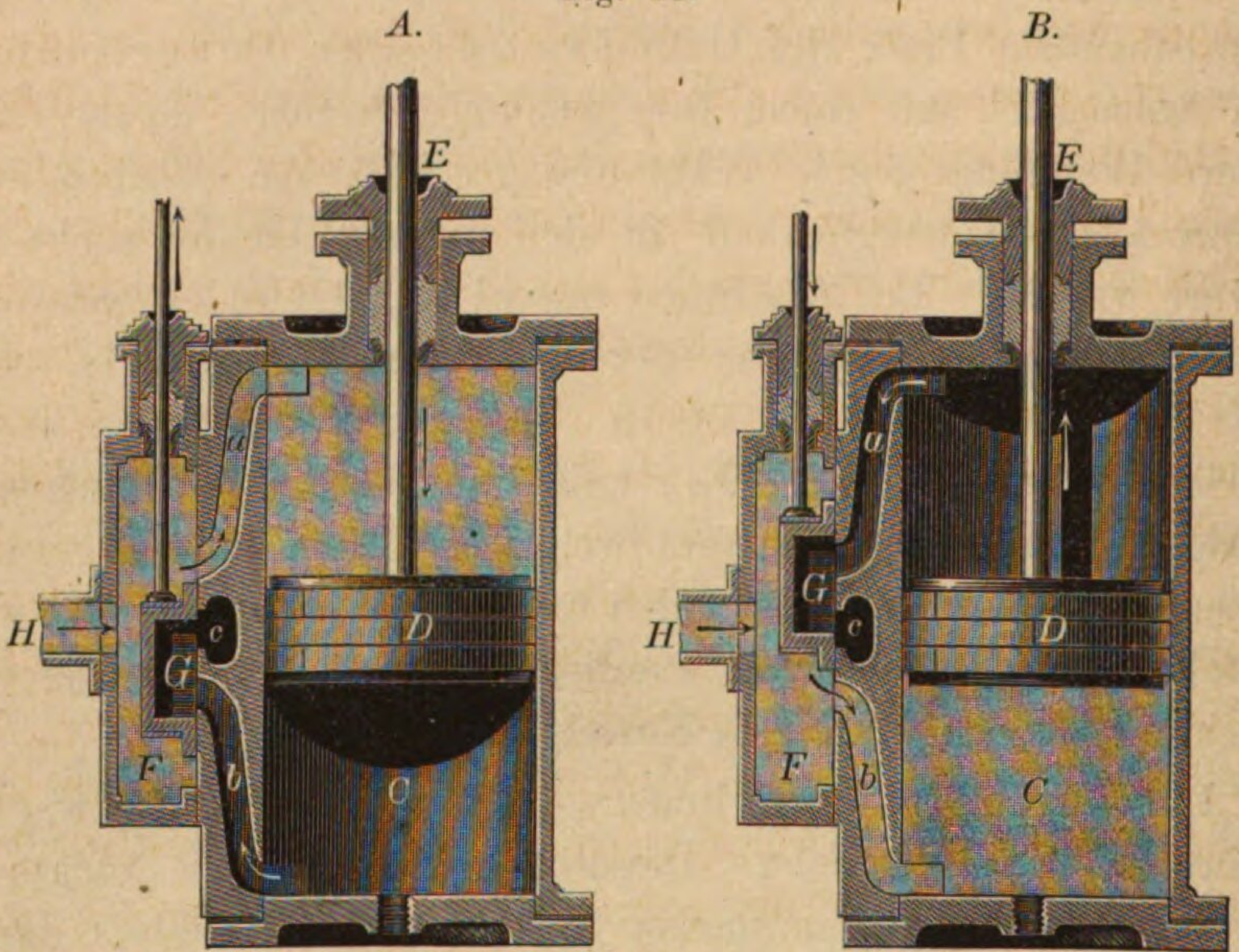
Der Dampfkolben wird am besten mit drei federnden Ringen nach dem Ramsbottom'schen Systeme[1] ausgeführt. Dieselben liegen, schräg aufgeschlitzt, in Nuthen, welche in dem Kolbenkörper eingedreht sind. Damit die Ringe gut federn, biegt man sie vor dem Einlegen nach einem Kreise, welcher

1) Siehe Weissbach's Ingenieur- und Maschinenmechanik, Bd. II, S. 984.

einen $^1/_{10}$ grösseren Durchmesser hat als der Dampfcylinder. Bei der Arbeit presst der durch die Schlitze zwischen dem Kolbenkörper und den Ringen einströmende Dampf die letzteren gegen die Cylinderwandung, so dass stets eine vollkommene Dichtung erzielt wird. Die Ringe werden aus Quadratstahl von 1 Centimeter Stärke gefertigt.

Die Dampfvertheilung zu beiden Seiten des Kolbens erfolgt durch die Steuerung. Die einfachste Einrichtung, welche bei sehr vielen Lokomobilen angewendet wird, zeigt Fig. 13 *A* und *B*. *C* ist der Dampfcylinder mit dem Kol-

Fig. 13.



ben *D*, welcher die Kolbenstange aufnimmt. Dieselbe geht durch die Stopfbuchse *E* des Cylinders hindurch. An der Seite des Cylinders ist der Schieberkasten *F* angesetzt, in welchem sich der, dicht auf der Cylinderfläche laufende Schieber *G* befindet. Die Stange desselben geht ebenfalls durch eine Stopfbuchse heraus. Die Vertheilungskanäle *a* und *b* führen den frischen Dampf abwechselnd vor und hinter den Kolben, und den gebrauchten Dampf durch das Dampfabgangsrohr *c* in's Freie. In der Stellung *A* steht der Kolben

in der Mitte, im Abwärtsgange begriffen. Der Dampf strömt aus dem Schieberkasten, welcher durch das Rohr *H* mit dem Dampfrohre des Kessels in Verbindung steht, durch den Vertheilungskanal *a* in den Cylinder, und treibt den Kolben abwärts. Der gebrauchte Dampf strömt durch *b* und die innere, muschelförmige Höhlung des Schiebers in das Abgangsrohr *c*. Der Schieber hat seine tiefste Stellung erreicht. In der in *B* gezeichneten Stellung steht der Kolben wiederum in der Mitte, jedoch im Aufwärtsgange begriffen. Der frische Dampf strömt aus dem Schieberkasten durch den Kanal *b* in den Cylinder; der gebrauchte Dampf entweicht aus *a* nach *c*. Der Schieber hat seine höchste Stellung. Steht der Kolben am Ende seines Hubes, so befindet sich der Schieber in seiner mittleren Stellung.

Die Bewegung des Schiebers erfolgt von der Schwungradwelle durch ein Excenter, dessen Stellung um 90 Grad gegen die Kurbel verstellt ist, vermehrt um einen Winkel, welcher die sogenannte Voreilung ausdrückt. Durch dieselbe wird bewirkt, dass der Schieber bereits früher seine mittlere Stellung einnimmt, bevor der Kolben am Ende seines Hubes angelangt ist, dass also das Einströmen des Dampfes bereits früher aufhört, und frischer Dampf bereits auf der entgegengesetzten Kolbenseite einströmt, bevor der Kolben seinen Weg vollständig beendigt hat. Verlängert man die Flächen des Schiebers, so deckt er bereits früher den Eintrittskanal, durch welchen der Cylinder mit frischem Dampfe gespeist wird; der im Cylinder vorhandene, und jetzt abgesperrte Dampf ist demnach gezwungen, zu expandiren. Man sagt alsdann, der Schieber habe Deckung.

Die Konstruktionsverhältnisse des Schiebers werden in den oben citirten Schriften über Dampfmaschinen ausführlich abgehandelt.

Die durch die Deckung erzielte Expansion ist jedoch eine sehr unvollkommene, so dass man es bei den meisten Maschinen vorzieht, besondere Expansionsschieber anzubringen. Dieselben sind im Stande, den Dampf bei beliebiger Stellung des Kolbens abzusperren, worauf alsdann der im

Cylinder vorhandene Dampf lediglich durch seine Expansion wirkt. Es liegt auf der Hand, dass hierdurch beträchtlich an Dampf gespart wird, da bei den Maschinen mit voller Füllung während des ganzen Hubes Dampf von der Spannung im Schieberkasten einströmt, eine Expansionswirkung somit nicht stattfindet.

Gerade für Lokomobilen halte ich die Anbringung einer Expansionsvorrichtung, und zwar der verstellbaren Expansion, für angezeigt, da man hierdurch in den Stand gesetzt wird, die Leistung der Maschine in sehr weiten Grenzen zu reguliren, also je nach der Betriebskraft, welche die betreffende Arbeitsmaschine konsumirt, die Lokomobile einzustellen. Will man eine ökonomische Ausnutzung des Brennmaterials erwirken, so giebt es kein geeigneteres Mittel als die verstellbare Expansion. Im Uebrigen ist die Stellvorrichtung eine derartig einfache, dass sie von Jedermann gehandhabt werden kann. Eine der vorzüglichsten Konstruktionen für die verstellbare Expansion ist diejenige von Meyer in Mühlhausen, bei welcher auf dem Vertheilungsschieber zwei durch eine Stange verbundene Expansionsschieber laufen. Dieselben können durch eine Schraube mit Rechts- und Linksgewinden beliebig nahe zu einander eingestellt werden, wodurch der Zeitpunkt bestimmt wird, in welchem das Absperren des in den Cylinder einströmenden Dampfes erfolgt.[1]

Die Einrichtung der Maschine zum Vorwärts- und Rückwärtsgang, die sogenannte Umsteuerung, ist bei den meisten Lokomobilen nicht erforderlich. Sollte in bestimmten Fällen eine Drehung der Arbeitswelle in entgegengesetztem Sinne wünschenswerth sein, so lässt sich dieses durch andere Mittel, z. B. Umwendung der Lokomobile oder der Arbeitsmaschine, Kreuzung eines Riemens, ebenfalls erreichen. Nur bei einigen französischen Lokomobilen habe ich eine solche, meines Erach-

1) Eine Zeichnung der Meyer'schen verstellbaren Expansion befindet sich auf Taf. III dieser Schrift; dieselbe wird weiter unten (Abtheilung 3 dieses Abschnittes) erläutert werden.

tens überflüssige Einrichtung angetroffen. Bei Strassenlokomotiven muss dieselbe selbstverständlich immer vorhanden sein.

Als Absperrvorrichtung zwischen dem Kessel und der Steuerung wendet man entweder Ventile oder Schieber, letztere nach Art der Regulatoren bei Lokomotiven, an. Die Drosselklappe des Regulators ist in dem Dampfleitungsrohre, möglichst dicht an dem Schieberkasten, zuweilen direkt in dem Gusskörper desselben, eingelassen.

Ein Regulator sollte an jeder landwirthschaftlichen Lokomobile vorhanden sein. Die Arbeitsmaschinen derselben haben so ungleichartige Widerstände zu überwinden, dass ohne Regulator ein nur einigermassen gleichmässiger Gang nicht zu erreichen ist. Selbstverständlich muss derselbe möglichst einfach sein; alle, theoretisch vielleicht recht günstig arbeitenden, für die Praxis aber noch nicht hinlänglich bewährten oder zu komplicirte Apparate, wie Expansionsregulatoren, müssen wegfallen.

Als Gradführung ist das englische System der Linealführung sehr zu empfehlen, wie es weiter unten dargestellt werden soll.

Die Lenkerstange soll möglichst lang sein, zum Mindesten gleich dem fünffachen Kurbelhalbmesser. Die Anordnung der beiden Kopflager in derselben, bez. des einen Lagers, welches den Kurbelzapfen umgreift und des Lagers im Kreuzkopfe, muss eine derartige sein, dass beim Anziehen der Pfannen nach erfolgter Abnutzung die Lenkerstange nicht verlängert oder verkürzt wird, sondern stets dieselbe Länge von Mitte zu Mitte der beiden Lager beibehält. Berücksichtigt man dieses nicht, so könnte leicht, wenn die Maschine einige Zeit gearbeitet hat, in Folge des geringen todten Raumes zwischen dem Kolben und Cylinder, ein Anschlagen des ersteren an dem Cylinderboden oder Deckel stattfinden.

Die Schwungradwelle wird durch die hin- und hergehende Bewegung der Lenkerstange in Umdrehung versetzt. Dieselbe ruht in zwei, direkt auf dem Kessel aufgeschraubten oder mit der Grundplatte verbundenen Lagern. Die Lager stellte

man früher schräg in der Richtung des wirksamen Druckes; die besseren Lokomobilen werden aber in neuerer Zeit mit dreischaligen Lagern versehen, wie dies den Anforderungen am besten entspricht. Der Zapfendruck findet nämlich beim Hin- und Hergange des Kolbens abwechselnd nach der einen und anderen Seite statt, während eine dritte Pressung, aus dem Gewichte des Schwungrades resultirend, fortwährend nach unten gerichtet ist. Dieser letztere Druck wird von der unteren Schale aufgenommen, während die beiden Seitenschalen den abwechselnd wirkenden Horizontaldruck aufnehmen sollen. Alle drei Schalen müssen durch Keile oder Schrauben unabhängig von einander stellbar sein.[1]

Die Lagerböcke müssen sehr kräftig und mit Verstärkungsrippen konstruirt sein, damit sie bei schnellem Gange der Maschine nicht in Vibration gerathen. Die Befestigung direkt auf dem Kessel erfolgt durch gehörig gedichtete Schrauben. Die Schwungradwelle nimmt innerhalb der Lagerböcke die Steuerungs- und Expansionsexcenter sowie die Betriebsscheibe für den Regulator auf; ausserhalb befindet sich das Schwungrad und auf der anderen Seite eine Riemenscheibe. Ersteres erhält für Maschinen von 4 bis 6 Pferdekraft passend einen Durchmesser von 1,25 Meter, und dient gleichzeitig als Riemenscheibe; die Breite beträgt etwa 15 Centimeter. Die kleineR iemenscheibe auf der anderen Seite erhält, wenn dieselbe nicht von vorn herein zum Betriebe einer bestimmten Arbeitsmaschine konstruirt ist und dieser entsprechend ihre Abmessungen bestimmt sind, einen Durchmesser von 0,60 Meter und ebenfalls 15 Centimeter Breite. Grössere Maschinen von 8 bis 10 Pferdekraft erhalten ein Schwungrad von 1,5 Meter Durchmesser und 18 Centimeter Breite; die Riemenscheibe bei gleicher Breite einen Durchmesser von 0,9 Meter.

Passende Gewichte des Schwungrades sind für Maschinen von 6 Pferdekraft 6 Centner, von 8 Pferdekraft 7 Centner,

1) Abbildungen sehr schön konstruirter dreischaliger Lager befinden sich in Reuleaux' „Constructeur," 3. Aufl., S. 293 u. 294, Braunschweig 1870.

von 10 Pferdekraft 8 Centner, von 12 Pferdekraft mit 2 Cylindern $7\frac{1}{2}$ bis 8 Centner.

Das Excenter zum Betriebe der Pumpe wird zwischen dem Schwungrade oder der Riemenscheibe und dem betreffenden Lagerbocke auf der Welle aufgesetzt; die Pumpe wird an der Seite des Kessels, am besten vertikal unter der Schwungradwelle angebracht. Es ist dabei aber Sorge zu tragen, dass beim Einlenken der Maschine das Vorderrad nicht gegen die Pumpe streift.

Berechnung der Arbeit einer Dampfmaschine.

Wir geben hier die Formeln für die Berechnung der Kolbenarbeit einer Dampfmaschine im Wesentlichen mit der Zugrundelegung der unten speciell aufgeführten Arbeit des Herrn Hädike, deren Resultate sich gegenüber den älteren Berechnungen durch grosse Einfachheit auszeichnen.[1]

Ist p der anfängliche Druck des Dampfes im Cylinder, H der Hub und h der Theil des Hubes, nach welchem die Expansion erfolgt; bezeichnet ferner E das Verhältniss $\frac{h}{H}$, d. h. den Füllungsgrad der Maschine, so ergiebt sich der mittlere Druck des Dampfes im Cylinder p_0 aus folgender

Tabelle

über den mittleren Druck p_0 im Dampfcylinder bei der anfänglichen absoluten Spannung p und dem Füllungsgrade E in Atmosphären.

Anfängliche Spannung p in Atmosphären.	Werthe für den Füllungsgrad E.								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	0,32	0,47	0,59	0,70	0,79	0,87	0,92	0,97	0,99
1,5	0,45	0,75	0,93	1,08	1,21	1,31	1,39	1,45	1,49
2	0,78	1,04	1,27	1,45	1,62	1,76	1,87	1,94	1,98
2,5	1,01	1,33	1,60	1,77	2,04	2,21	2,33	2,43	2,48
3	1,24	1,61	1,93	2,22	2,45	2,65	2,80	2,91	2,98
3,5	1,47	1,90	2,27	2,60	2,88	3,10	3,28	3,40	3,47
4	1,70	2,19	2,61	2,98	3,39	3,45	3,74	3,89	3,97

1) Theorie der Dampfmaschine unter Zugrundelegung der Pambour'schen Annahme betreffs des expandirenden Dampfes und der Wiebe'schen Coefficienten

Unter p ist stets der absolute Dampfdruck ohne Berücksichtigung des Gegendruckes verstanden. Beträgt p 4 Atmosphären, der Füllungsgrad $^1/_2$, so ergiebt sich der mittlere Druck = 3,39 Atmosphären.

Um die wirklich geleistete Arbeit des Kolbens — unter Einwirkung der Dampfspannungen, also ohne Berücksichtigung der Reibungswiderstände — zu erhalten, muss zunächst von dem nach obiger Tabelle gefundenen mittleren Dampfdrucke auf der einen Seite des Kolbens der mittlere Gegendruck auf der anderen Seite abgezogen werden. Hierdurch erhält man den treibenden Ueberdruck. Bezeichnen wir diesen Gegendruck mit a, so drückt sich der treibende Ueberdruck durch $p_0 - a$ aus, wo beide Grössen in Atmosphären anzugeben sind.

Bezeichnet nun p_0' und a' dieselben Pressungen, angegeben in Gewichtseinheiten pro Flächeneinheit,

d den Durchmesser des Dampfkolbens,

h den Hub desselben und

n die Anzahl der minutlichen Umdrehungen,

so ist die geleistete Arbeit in der Sekunde

$$L = \frac{\pi d^2}{4} h \cdot \frac{2n}{60} (p_0' - a').$$

Dieser Ausdruck enthält die konstanten Zahlen $\frac{2\pi}{60.\,4}$ und die Grösse $d^2 h.\, n\, (p_0' - a')$. Setzt man d und h in Metern, so ist derselbe noch durch 75 zu dividiren, um die geleistete Pferdekraft zu erhalten.

Die von dem Maasssysteme abhängigen Grössen werden eine Konstante geben, mit welcher das Produkt $d^2 h.\, n\, (p_0 - a)$ — wenn p_0 und a jetzt in Atmosphären ausgedrückt sind — multiplicirt werden muss, um die Leistung N in Pferdekräften zu erhalten. Diese Konstante ergiebt sich für das Metermaass

für die Navier'sche Formel von H. Hädike, Marine-Ingenieur in Kiel. Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. CXCVI, 1870, S. 377.

= 3,61, wenn d und h in Metern, p_0 und a in Atmosphären genommen sind[1]. Die Formel lautet demnach:

$$N = 3{,}61\ d^2 h.\ n\ (p_0 - a).$$

Der Gegendruck a ist im Mittel gleich 1,07 Atmosphären zu setzen..

Beispiel: Der Dampfcylinder einer Lokomobile habe einen Durchmesser von 0,2 Meter, der Hub betrage 0,3 Meter; die Zahl der minutlichen Umdrehungen sei 120 und der Ueberdruck 4 Atmosphären. Wie gross ist die theoretische Leistung der Maschine, wenn dieselbe mit halber Füllung arbeitet?

Nach der obigen Tabelle ergiebt sich $p_0 = 3{,}39$; es ist also

$$N = 3{,}61.\ 0{,}2^2.\ 0{,}3.\ 120.\ 2{,}32 = 11{,}97$$

Pferdekraft.

In welchem Verhältnisse diese berechneten Pferdekräfte zu den wirklich von der Schwungradwelle geleisteten stehen, lässt sich nur durch eine praktische Messung bestimmen. Wie dieselbe auszuführen ist, soll weiter unten (Abtheilung 5 dieses Abschnittes) dargelegt werden. Von der theoretischen Leistung geht ein beträchtlicher Theil verloren durch die Abkühlung des Dampfes in den Leitungen, durch den schädlichen Raum, d. h. denjenigen Raum, welchen der Dampfkolben am Ende seines Weges zwischen sich und dem Dampfschieber übrig lässt, welcher also beim Rückgange des Kolbens von Neuem mit Dampf angefüllt werden muss, ehe dieser seine Wirkung auf den Kolben vollständig ausübt. Ferner geht ein Theil der theoretischen Leistung verloren durch die Reibung des Kolbens und der Kolbenstange, der Gradführung, Lenkerstange und Kurbelwelle sowie der übrigen bewegenden Theile. Leider besitzen wir noch keine hinreichende Anzahl von Beobachtungen, aus denen sich für verschiedene Arten der Maschinen — eine gute Ausführung derselben angenommen — ein Koefficient finden lässt, mit welcher die oben berechnete theoretische Leistung zu multipliciren ist, um die effektive Leistung zu erhalten. Das

1) Für das alte preuss. Maass ist die Konstante 0,11, wenn d und h in Fussen, p_0 und a in Atmosphären angenommen sind.

Verhältniss beider giebt den Wirkungsgrad der Maschinen an; je grösser dieser also ist, desto vollkommener ist die Konstruktion und Ausführung der Maschine. Nach Weissbach[1] schwankt der Wirkungsgrad der Expansionsmaschinen bei mittlerer Geschwindigkeit, mittleren Querschnitten der Dampfleitungen und gutem Zustande der Maschine je nach der Stärke derselben zwischen 0,33 und 0,76; neuere Messungen an landwirthschaftlichen Lokomobilen guter Ausführung haben einen Wirkungsgrad = 0,60 ergeben. Multipliciren wir den oben gefundenen Werth mit dieser Zahl, so erhalten wir

$$N' = 0{,}60 . 11{,}97 = 7{,}18$$

Pferdekraft.

c) Der Wagen.[2]

Um eine möglichste leichte Transportabilität der Lokomobile zu erhalten, muss auf eine geschickte Anordnung des Wagens gesehen werden.

Hierzu gehört, dass die Vorder- und Hinterräder in gleicher Spur laufen, welche am besten gleich der ortsüblichen Wagenradspur anzunehmen ist, also zumeist gleich 1,36 Meter; dass die Räder möglichst hoch und breit sind, und dass ferner der Vorderwagen mit einem gut konstruirten Lenkschemel versehen ist. Alle Theile des Wagens müssen äusserst solide und widerstandsfähig sein, worauf namentlich bei solchen Lokomobilen zu achten ist, welche häufigen Transporten in bergigen Gegenden unterliegen. Für diesen Fall ist auch die Anbringung eines guten Hemmzeuges erforderlich.

Die Achsen müssen hinlänglich stark sein, bei Lokomobilen von 100 Centner Gewicht und darüber mindestens 9 Centimeter im Quadrat. Die Hinterachse wird am besten in der Mitte der Feuerbuchse angebracht, eine Anordnung, welche namentlich für schwere Lokomobilen zu empfehlen ist.

1) A. a. O. Bd. II, S. 1110.

2) Ausführliches über das Fuhrwerk der Lokomobile im „Handbuche zur Anlage und Konstruktion landwirthschaftlicher Maschinen" von Emil Perels, Bd. II, S. 322, Jena, 1866.

Wird die Achse in diesem Falle an der Querplatte der Feuerbuchse, dicht unter dem cylindrischen Kessel befestigt, so hängt die schwere Feuerbuchse ohne jede Unterstützung frei. Hierdurch treten beim Arbeiten der Maschine starke Vibrationen ein, welche bei schnellem Gange selbst durch das sorgfältigste Feststellen nicht vermieden werden können.

In Betreff der Form der Achsschenkel gelten dieselben Grundsätze wie bei Lastfuhrwerken; die Schenkel erhalten einen geringen Sturz,[1] um das Fahren auf gewölbten Wagen zu erleichtern, und den Rädern die möglichst günstigste Stellung zu geben.

Die Vorderachse wird unter der Rauchbuchse oder unter dem cylindrischen Kessel an dessen Ende angebracht; der Drehschemel ist entweder flach wie bei gewöhnlichen Fuhrwerken oder halbkugelförmig gestellt. Diese letztere Einrichtung, von Hornsby in Grantham herrührend, ist sehr zu empfehlen; es wird hierdurch eine Neigung der Achse in der Vertikalebene ermöglicht, so dass bei stark abschüssigem Terrain stets alle vier Räder den Boden berühren müssen.

Die Form der Räder weicht nicht ab von der bei gewöhnlichen starken Lastfuhrwerken angewendeten; es muss ihnen ein grosser Durchmesser gegeben werden, da die Zugkraft, welche freilich von einer ganzen Reihe von Faktoren abhängt, unter anderem auch in dem Maasse geringer wird, als der Durchmesser der Räder zunimmt. Passende Dimensionen sind für die Hinterräder 1,25 bis 1,4 Meter, für die Vorderräder 0,95 bis 1 Meter und zwar für Lokomobilen von 6 Pferdekraft aufwärts; schwächere Lokomobilen können Räder von etwas geringerem Durchmesser erhalten. Die Breite der Räder darf ebenfalls nicht zu gering gewählt werden, weil diese sonst zu tiefe Spuren in aufgeweichten Wegen eindrücken, und hierdurch die erforderliche Zugkraft nicht unerheblich wächst. Bei Lokomobilen von 6

1) Ueber den Sturz der Achsschenkel wird ausführlich gesprochen in dem Werke: Der Strassenbau von Ahlburg, S. 13, Braunschweig 1870.

Pferdekraft aufwärts giebt man den Rädern eine Breite von 10 bis 13 Centimeter.

Die Frage, ob hölzerne oder eiserne Räder empfehlenswerther sind, lässt sich nicht entschieden zu Gunsten der einen oder anderen Art beantworten. Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass bei starker Hitze hölzerne Räder erheblich schwinden, und alsdann ein Lockerwerden der Speichen sowie des Reifens eintritt. Dieser Umstand schliesst die hölzernen Räder für Lokomobilen, welche in einem heissen Klima angewendet werden sollen, aus. Unter normalen Verhältnissen haben jedoch hölzerne Räder den Vorzug, dass sie elastisch sind, Stösse und Erschütterungen gut aufnehmen, und diese nicht in dem Maasse wie dies bei eisernen Rädern der Fall ist, auf die Maschine übertragen. Auch der Umstand, dass Reparaturen an hölzernen Rädern von ländlichen Handwerkern ausgeführt werden können, möchte in den gewöhnlichen Fällen für letztere sprechen.

Wir gehen nunmehr zur Darstellung einiger Lokomobilen über, welche sich in der Praxis gut bewährt haben.

Englische Lokomobile. Taf. I. Fig. 1 und 2 zeigt eine Vorder- und Seitenansicht der Maschine. Die Anordnung des Kessels stimmt mit dem auf Seite 10 dargestellten Lokomobilkessel überein. *a* ist der cylindrische Kessel, *b* die Feuerbuchse und *c* die Rauchbuchse. An dieser setzt sich der Schornstein an. Der Aschkasten *d* hängt unter der Feuerbuchse; die vordere Klappe desselben, welche mehr oder weniger geöffnet werden kann, um die zur Verbrennung erforderliche Luft in die Feuerung zu führen, vertritt die Stelle des Registers bei den stationären Kesseln. *e* ist die Feuerthür. Die Reinigungsluken, das Mannloch und der Wasserablasshahn sind an passenden Stellen der Feuerbuchse angebracht. Die Dampfmaschine ist unmittelbar auf dem Kessel montirt, wie dies bei den meisten englichen Lokomobilen der Fall ist. Der Dampfcylinder *f* ist durch eine Blechbekleidung gegen Abkühlung geschützt;

er liegt etwas ausserhalb der Mittelachse des Kessels, um eine möglichst niedrige Lagerung der Kurbelwelle zu erzielen. *g* ist die Kolbenstange, welche mittelst des Kreuzkopfes in einer Linealführung gleitet, *h* die Lenkerstange und *i* die Schwungradwelle. Letztere ruht in den beiden kräftig konstruirten Lagerböcken *h*. Der Regulator *l* wird von der Schwungradwelle mittelst eines Riemens und konischer Räder betrieben; die Bewegungsübertragung von dem Regulator auf die Drosselklappe ist in Fig. 1 dargestellt. Das Schwungrad *m* kann gleichzeitig als Riemenscheibe benutzt werden; auf der entgegengesetzten Seite der Schwungradwelle bei *i* wird eine Riemenscheibe von geringerem Durchmesser angebracht, falls die betriebene Arbeitsmaschine eine geringere Umdrehungszahl machen soll.

Die Speisepumpe *n* wird durch ein Excenter von der Schwungradwelle in Bewegung gesetzt.

Von den Armaturen sind zu erwähnen der Wasserstandszeiger *o*, durch eine geschlitzte Messinghülse gegen äussere Beschädigungen gesichert, die Probirhähne *r*, das Manometer *p*, der Absperrschieber *q* und der Wasserablasshahn *t*. Die Federwage des Sicherheitsventiles ist bei *s* dargestellt.

Zu beachten ist bei dieser Lokomobile namentlich die sehr geschickte und solide Anordnung des Wagens. Die Hinterachse, deren Schenkel in der Mitte der Feuerbuchse angebracht sind, ist gekröpft und unterhalb der Feuerbuchse, zwischen dieser und dem Aschkasten, hindurchgeführt. Letzterer liegt 34 Centimeter über dem Boden, so dass ein Anschleifen desselben bei schlechten Wegen nicht möglich ist. Die Räder haben einen Durchmesser von bez. 1,4 und 1 Meter sowie eine Breite von 13 Centimeter, Abmessungen, welche sich selbst bei schwierigen Transporten als durchaus geeignet bewährt haben.

Die dargestellte Maschine ist von Ruston, Proctor & Co. in Lincoln konstruirt; sie zeigt sehr viele Aehnlichkeit mit den bekannten Lokomobilen von Clayton, Shuttleworth & Co. ebendaselbst und den Maschinen von Marshall, Sons & Co. in Gainsborough. Von letzteren Maschinen sollen hier die genaueren Abmessungen aufgeführt werden.

Tabelle über die wichtigsten Abmessungen einer Lokomobile.

Lokomobilen mit einem Cylinder.

Pferdekraft	Cylinderdurchmesser	Hublänge	Zahl der Umdrehungen	Durchmesser der Schwungradwelle	Durchmesser des Schwungrades	Breite des Schwungradringes	Länge des Kessels einschl. Feuerbuchse	Aeusserer Durchmesser des Kessels	Dicke der Kesselbleche: Cylindrischer Kessel	Dicke der Kesselbleche: Aeussere und innere Feuerbuchse	Dicke der Kesselbleche: Feuerröhrenplatte	Zahl der Feuerröhren	Aeusserer Durchmesser der Feuerröhren	Rostfläche	Heizfläche	Heizfläche pro Pferdekraft	Spurweite	Höhe des Aschenfalles vom Boden	Gewicht der Maschine
	mm.	mm.	pro Min.	mm.	m.	mm.	m.	m.	mm.	mm.	mm.		mm.	Q.-m.	Q.-m.	Q.-m.	m.	mm.	Centn.
3	127	210	180	52	1,09	118	1,84	0,55	6	8	13	15	59	0,20	3,60	1,20	1,04	262	25
4	177	262	145	66	1,45	144	2,05	0,62	8	10	13	19	66	0,25	5,30	1,42	1,45	249	45
5	196	314	120	75	1,56	144	2,36	0,75	8	10	16	23	72	0,39	8,52	1,70	1,45	314	60
6	223	314	120	75	1,56	157	2,52	0,75	8	10	16	23	72	0,39	9,11	1,52	1,45	314	67
7	235	314	120	75	1,56	157	2,60	0,75	8	10	16	27	72	0,44	10,63	1,52	1,45	314	71
8	249	314	120	79	1,63	170	2,67	0,81	8	10	16	27	72	0,44	10,97	1,37	1,45	314	74
9	268	314	120	82	1,63	170	2,78	0,89	8	10	16	33	72	0,49	13,72	1,52	1,45	314	76
10	281	366	105	85	1,71	184	2,88	0,89	8	10	16	33	72	0,57	14,11	1,41	1,69	287	86

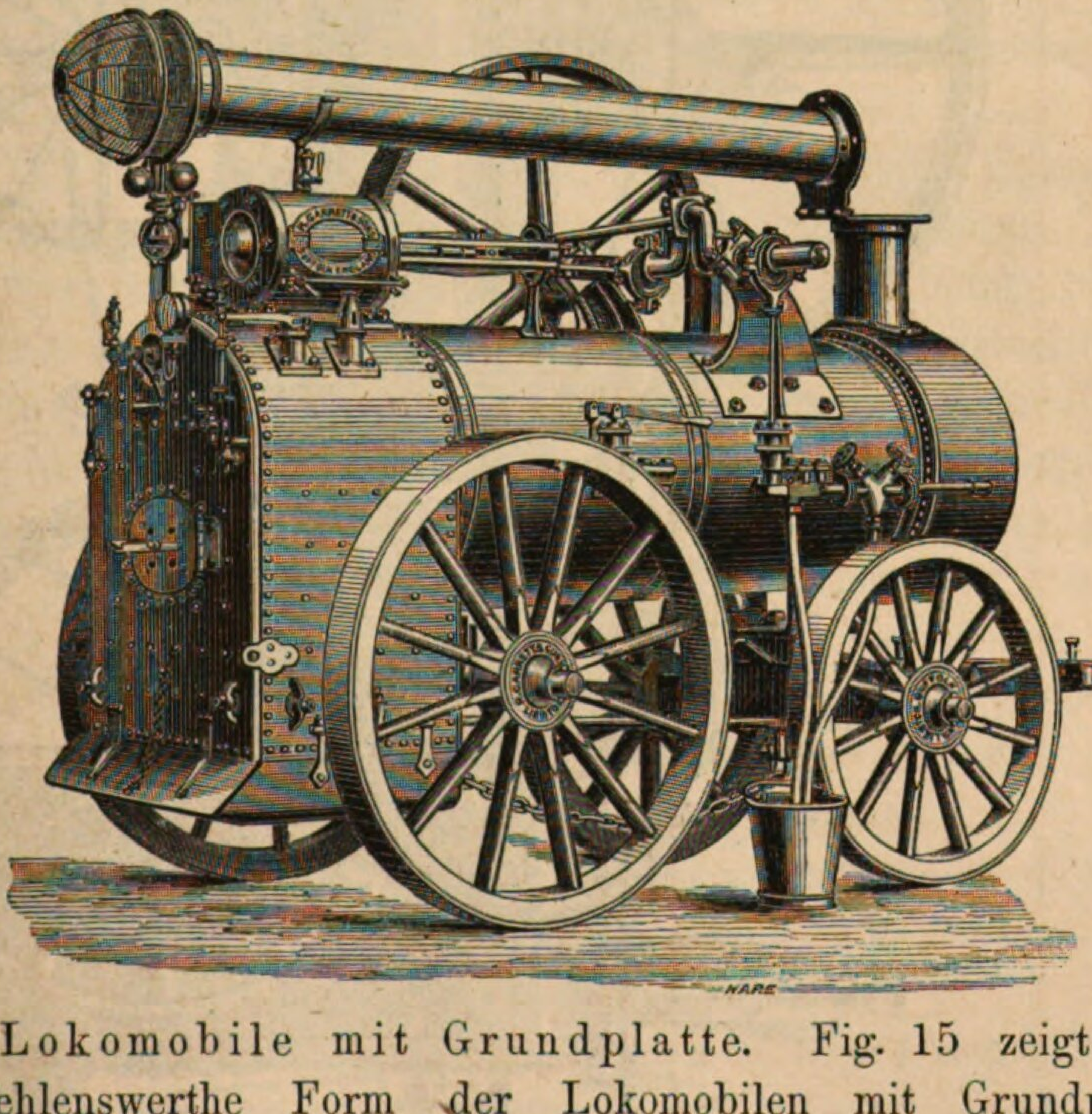
Lokomobilen mit zwei Cylindern.

Pferdekraft	Cylinderdurchmesser	Hublänge	Zahl der Umdrehungen	Durchmesser der Schwungradwelle	Durchmesser des Schwungrades	Breite des Schwungradringes	Länge des Kessels einschl. Feuerbuchse	Aeusserer Durchmesser des Kessels	Dicke der Kesselbleche: Cylindrischer Kessel	Dicke der Kesselbleche: Aeussere und innere Feuerbuchse	Dicke der Kesselbleche: Feuerröhrenplatte	Zahl der Feuerröhren	Aeusserer Durchmesser der Feuerröhren	Rostfläche	Heizfläche	Heizfläche pro Pferdekraft	Spurweite	Höhe des Aschenfalles vom Boden	Gewicht der Maschine
8	177	314	120	79	1,63	170	2,67	0,81	8	10	16	27	72	0,44	10,97	1,37	1,45	314	76
10	196	314	120	85	1,63	170	2,88	0,89	8	10	16	33	72	0,57	14,11	1,41	1,69	287	89
12	223	314	120	85	1,63	184	3,06	0,94	8	10	16	36	72	0,62	16,31	1,37	1,69	287	97
14	236	314	120	98	1,63	184	3,19	0,94	10	innere 10 äussere 12	16	36	72	0,74	16,95	1,21	1,69	287	110
16	249	314	120	98	1,71	210	3,25	1,01	10	innere 10 äussere 12	16	42	72	0,76	19,99	1,25	1,69	287	117
20	275	366	105	118	1,71	236	3,48	1,17	10	innere 10 äussere 12	18	45	72	1,02	23,12	1,15	1,77	287	150

Fig. 14 giebt die perspektivische Ansicht der beliebten Garrett'schen Lokomobile, mit dem Seite 29 beschriebenen Vorwärmer für das Speisewasser und einer Handpumpe ausgerüstet. Die Konstruktion der Lagerböcke weicht um Einiges von der gewöhnlichen Anordnung ab, aus welchem Grunde hier die Zeichnung gegeben wird.

Auch die Lokomobilen von Hornsby in Grantham zeigen einige Abweichungen von den gewöhnlichen englischen Lokomobilen. Der Dampfcylinder ist in einem Dampfmantel angeordnet, welcher aus einer Erhöhung der Feuerbuchse besteht, so dass der Cylinder eigentlich in dem Dampfraume des Kessels liegt.[1]

Fig. 14.



Lokomobile mit Grundplatte. Fig. 15 zeigt eine empfehlenswerthe Form der Lokomobilen mit Grundplatte. Der Kessel ist nach dem Lokomotivsysteme angeordnet; die

1) Eine Abbildung dieser Maschine befindet sich in meiner Schrift: Die landwirthschaftlichen Maschinen und Geräthe auf der Weltausstellung zu Paris, 1867. S. 71, Berlin 1867.

Dampfmaschine liegt auf dem cylindrischen Theile desselben auf. Die Anordnung derselben bedarf keiner weiteren Erläuterung. Die Speisepumpe ist ebenfalls auf der Grundplatte montirt; der Kolben derselben wird durch ein auf der Schwung-

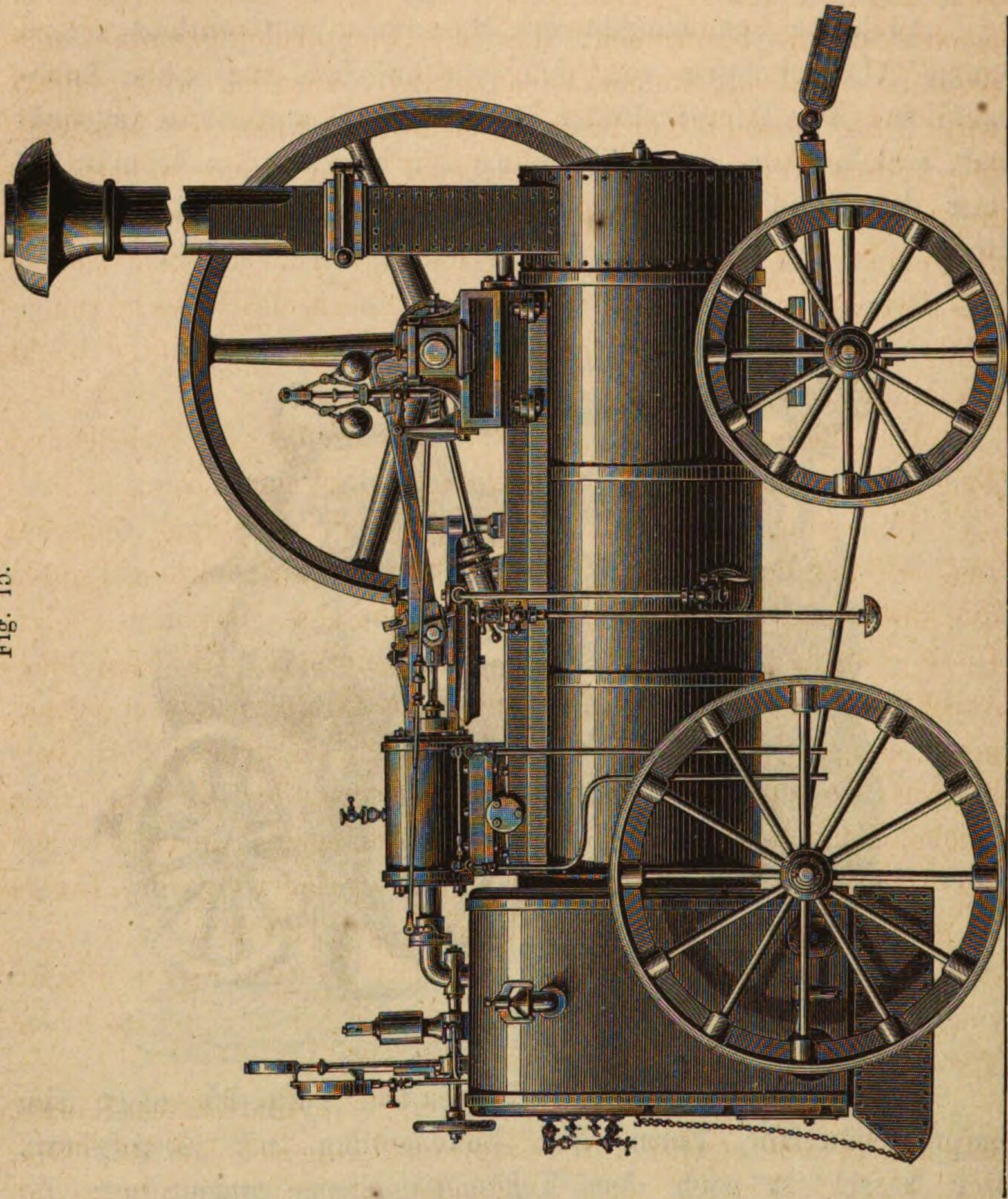


Fig. 15.

radwelle befindliches Excenter und eine schräg geführte Lenkerstange betrieben. Auf der Feuerbuchse befinden sich die Armaturen, das Sicherheitsventil mit Manometer und zur Seite

ein Füllstutzen, mit einem Bügel verschlossen, durch welchen das Anfüllen des Kessels mit Wasser erfolgt. Der Dampf wird ebenfalls vom höchsten Punkte der Feuerbuchse entnommen, und durch ein gekrümmtes Rohr in den Schieberkasten geführt. Die Regulirung des Dampfzutrittes geschieht durch eine Kurbel vom Stande des Führers aus. Als nicht nachahmenswerth möchte ich es bezeichnen, dass das Dampfzuleitungsrohr, ehe dasselbe in den Schieberkasten gelangt, ziemlich weit geführt wird. Es entsteht hierdurch, namentlich, wenn die Maschine bei kaltem Wetter im Freien arbeitet, eine nicht unbeträchtliche Abkühlung und Verdichtung des Dampfes, wodurch der Nutzeffekt der Maschine stark reducirt wird. Ebenso möchte das Druckrohr der Pumpe besser im Innern des Kessels seinen Platz finden, als wie dargestellt, weil sonst im Winter leicht ein Einfrieren des Wassers stattfinden könnte.

Die Räder sind ganz aus Eisen gefertigt, Naben und Felgen aus Gusseisen, die Speichen aus Schmiedeeisen.

Bei einigen Maschinen von gleicher Anordnung befindet sich auf der Feuerbuchse ein Dom, von dessen höchstem Punkte die Entnahme des Dampfes zum Betriebe der Maschine erfolgt. Diese Anordnung ist entschieden zu empfehlen, da man hierdurch die Gewissheit erhält, dass der Dampf frei von mechanisch mitgeführtem Wasser ist. Ist kein derartiger Dom vorhanden, so empfiehlt es sich, im Innern des Kessels einen mechanischen Wasserscheider anzubringen, durch welchen der Dampf von dem mitgerissenen Wasser befreit wird. Einige Apparate dieser Art haben sich recht gut bewährt.[1]

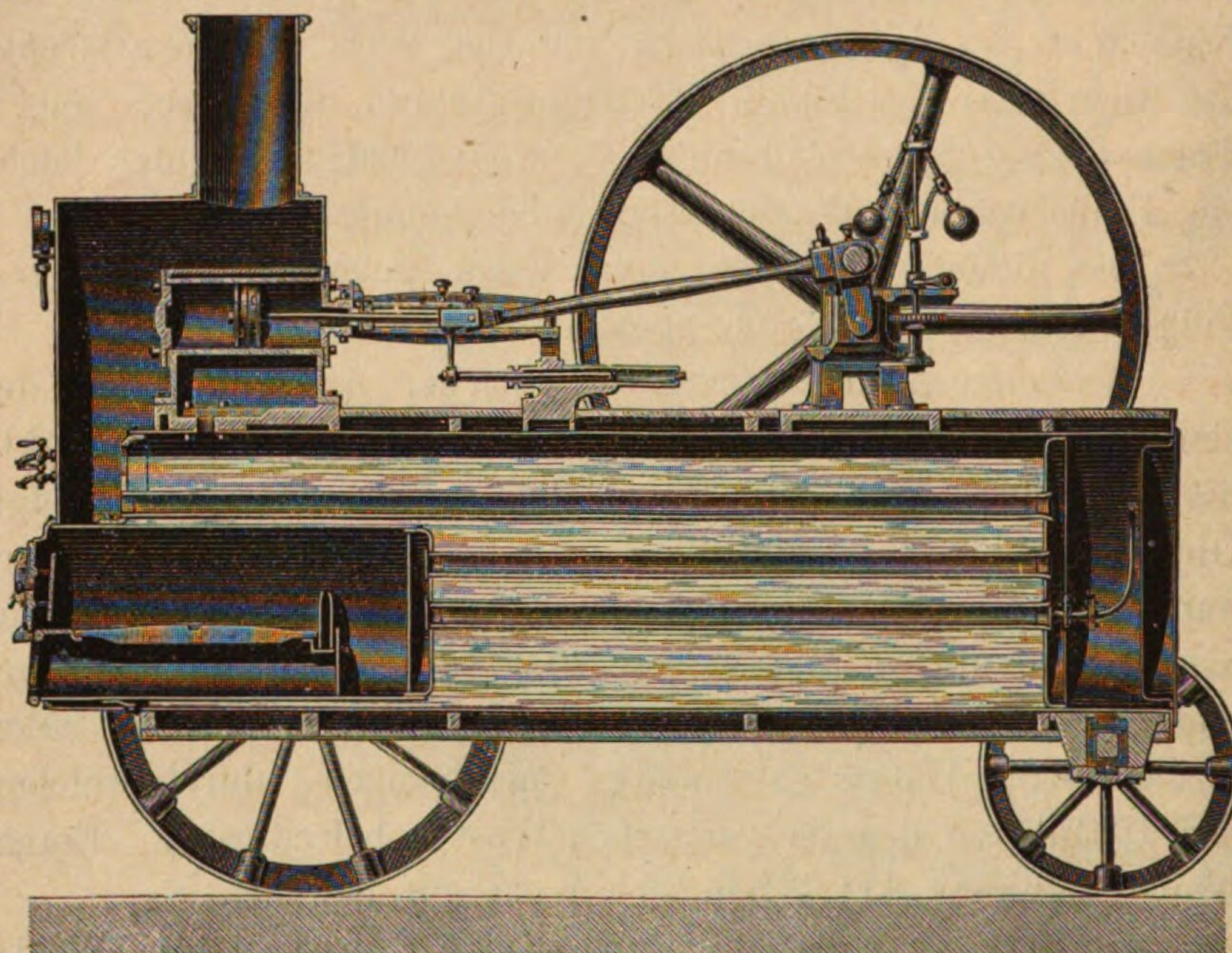
Lokomobile mit rückgängigen Feuerzügen. Fig. 16 zeigt einen Längendurchschnitt dieser Maschine, aus welchem die principielle Anordnung ersichtlich ist.

Die Feuerung befindet sich in einem cylindrischen Raume, welcher in den eigentlichen Dampfkessel eingeschoben ist. Die-

1) Die Beschreibung derartiger mechanischer Wasserscheider, speciell für Lokomobilen geeignet, befindet sich in dem Werke: Die Fortschritte auf dem Gebiete des landwirthschaftlichen Maschinenwesens, Berlin 1865, S. 68 und in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. VIII, S. 87 und 281.

selbe nimmt den Rost, die Feuerbrücke und den Aschenfall auf; hinter der Feuerbrücke befindet sich noch ein freier Raum, ähnlich wie bei dem Seite 13 dargestellten Dampfkessel. Die Sideröhren führen die heissen Gase durch den Wasserraum des Kessels in eine, am Ende des Kessels angebrachte Kammer, von wo dieselben durch einen zweiten Satz Sideröhren wieder zurück und in die Rauchkammer geführt werden. Letztere befindet sich über dem Feuerungsraume. Aus der Rauchkammer entweichen die Verbrennungsgase durch den Schornstein.

Fig. 16.



Die Dampfmaschine ist in der vorliegenden Ausführung auf einer Grundplatte montirt. Der Cylinder und die Steuerung liegen in der sehr geräumigen Rauchbuchse; die Umsetzung der Kolbenbewegung in diejenige der Schwungradwelle zeigt die gewöhnliche Anordnung. Die Disposition der Speisepumpe ist jedoch eine von der gewöhnlichen vollständig abweichende. Dieselbe liegt horizontal auf der Grundplatte, und wird direkt durch die

Bewegung der Kolbenstange mittelst eines am Kreuzkopfe angreifenden Seitenarmes betrieben. Vorausgesetzt, dass die Gradführung der Kolbenstange hinreichend solide ist, möchte diese Anordnung, bei welcher immer ein geringer Seitendruck entsteht, keine Bedenken haben.

Es sei noch bemerkt, dass, trotzdem der Dampfcylinder in der Rauchbuchse liegt, die Zugänglichkeit zu dem Kolben und den Schiebern nicht erschwert ist.

2. Die transportable Dampfmaschine.

Unter einer transportablen Dampfmaschine versteht man im Gegensatze zu der stationären Maschine, bei welcher der Dampfkessel eingemauert ist, eine Maschine, welche in ähnlicher Weise wie die Lokomobile Kessel und Dampfmaschine als ein zusammenhängendes Ganzes ineinanderschliesst, welche aber nicht wie diese auf Rädern ruht. Sie gestattet also eine sehr leichte Aufstellung ohne Herstellung einer gemauerten Feuerung und die Möglichkeit des Transportes, wenn auch letzterer in Folge des grossen Gewichtes des gesammten Apparates mit Schwierigkeiten verbunden ist. Die transportablen Dampfmaschinen haben erst in neuerer Zeit ausgedehnte Anwendung in der Praxis gefunden, und zwar seit der Erfindung eines vortrefflichen Röhrenkessels, welcher speciell für diese Maschinen geeignet ist, des Kessels nach dem Field'schen Systeme. Wenn sie auch nicht mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Landwirthschaft konstruirt sind, sondern für alle Verhältnisse passen, in denen ein Dampfmaschinenbetrieb in kleinerem Umfange angezeigt ist, so können sie doch als eine höchst werthvolle Bereicherung der in der Landwirthschaft anwendbaren Maschinen bezeichnet werden. Sie vereinigen gewissermassen die Vortheile der Lokomobile mit denen der stationären Dampfmaschine, während sie für viele Fälle beiden genannten Gattungen gegenüber noch erhebliche Vorzüge besitzen. So sind sie z. B. bedeutend

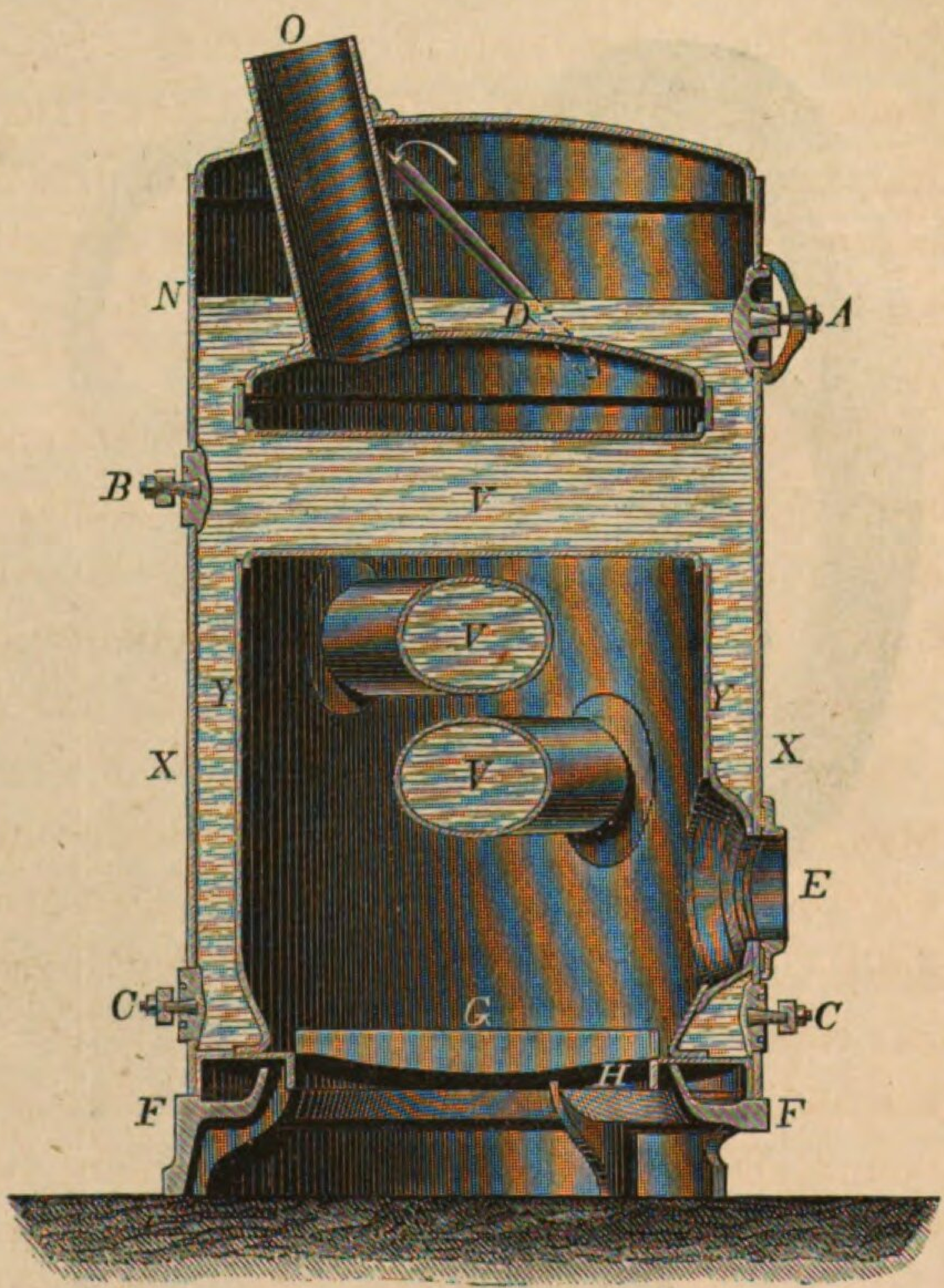
billiger als die Lokomobilen von gleicher Stärke, da der kostspielige Wagen in Wegfall kommt; sie können solider aufgestellt werden als diese, besitzen also einen ruhigeren Gang und erleiden geringere Abnutzung. Sie können ferner ohne kostspielige bauliche Veränderung den Ort ihrer Aufstellung wechseln, während dies bei einer stationären Dampfmaschine nur nach vollständiger Demontirung und Erneuerung des Kesselmauerwerkes möglich ist. Danach muss es einleuchten, dass für sehr viele Fälle die Anwendung dieser transportablen Maschinen durchaus zu empfehlen ist.

Der Kessel der transportablen Dampfmaschine wurde früher mit vertikalen Siederöhren hergestellt, also nach ähnlichem Principe wie der Lokomotivkessel angeordnet; es zeigten sich dabei jedoch einige Bedenken, namentlich in Betreff des Wasserstandes im Kessel. Die heissen, durch die vertikalen Siederöhren ziehenden Gase sind bei lebhaftem Feuern noch im Stande, die oberen Theile der Siederöhren, welche äusserlich von Dampf umgeben sind, glühend zu machen, wodurch erhebliche Gefahren entstehen. Man hat diesen Uebelstand dadurch zu vermeiden gesucht, dass man die Siederöhren nur kurz machte, und in eine, noch in dem eigentlichen Dampfkessel befindliche Rauchkammer ausmünden liess, eine Anordnung, welche jedenfalls grössere Sicherheit gewährt.

Ein anderes System der transportablen Dampfmaschinen zeigen die beistehenden Figuren 17, 18 und 19. Fig. 17 ist ein Längendurchschnitt des Kessels, Fig. 18 ein Querdurchschnitt, Fig. 19 die Ansicht der fertig montirten Maschine. In dem cylindrischen Kessel *X* befindet sich eine, ebenfalls cylindrische Feuerbuchse *Y*, welche unten den auf dem Träger *H* ruhenden, kreisrunden Rost *G* aufnimmt. Die Feuerthür ist bei *E* angebracht. Durch den Feuerraum gehen 3 starke, mit dem Wasserraume kommunicirende Röhren *V*, wie aus dem Durchschnitte Fig. 18 ersichtlich, unter einem Winkel von je 60 Grad zu einander. Dieselben sind mit Wasser gefüllt, und bewirken vor Allem eine lebhafte Cirkulation desselben, da das im untersten Rohre befindliche Wasser in Folge seiner

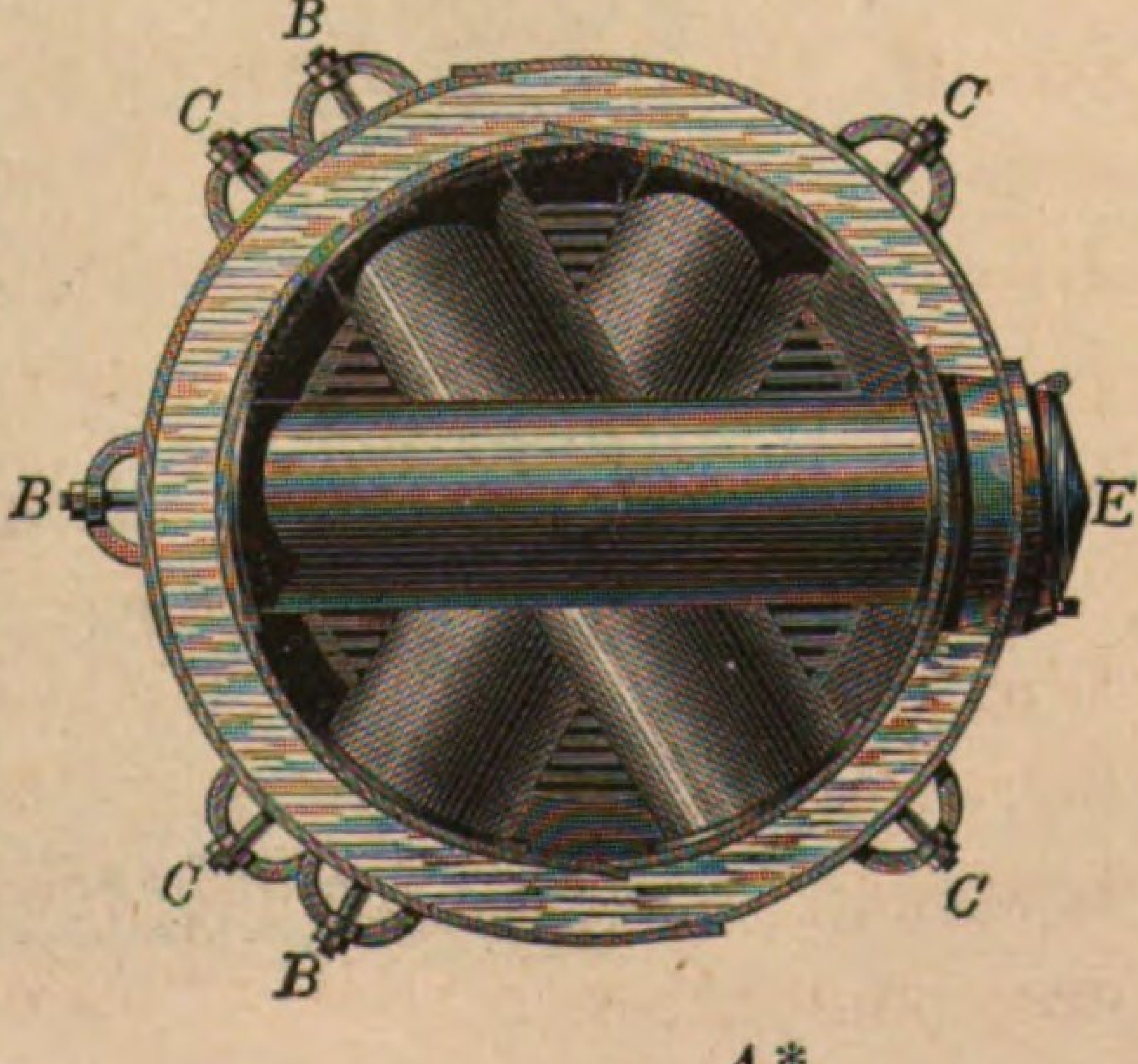
höheren Temperatur fortwährend im Aufsteigen begriffen ist. Die heissen Gase werden durch das Rohr *O* in den Schornstein geführt. Bei *A* ist das Mannloch angebracht. Durch die Deckel, welche mit den Bügeln *B* gedichtet werden, kann man zum Zwecke der Reinigung von Kesselstein in das Innere der Röhren *V* gelangen. *C C* sind Reinigungsluken am unteren Theile der Feuerbuchse. Der Kesselkörper ist auf dem gusseisernen Sockel *F* aufgepasst.

Fig. 17.



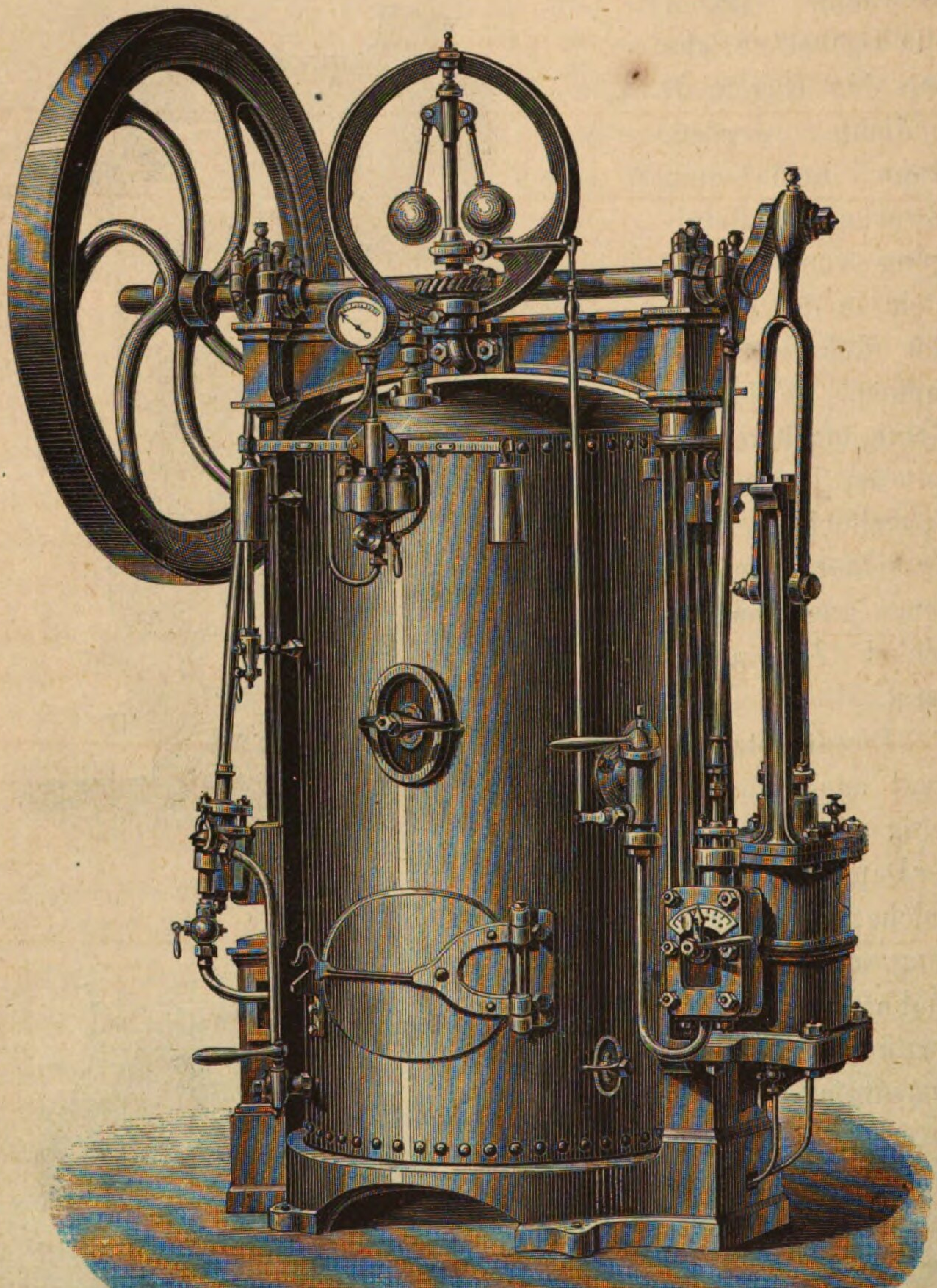
Dieser letztere trägt auch gleichzeitig das Gestell der Dampfmaschine, welche, wie aus der Zeichnung ersichtlich, vollständig unabhängig von dem Kessel montirt ist. Zwei auf der Fundamentplatte befestigte Säulen umgeben den Kessel, und sind oben mit einem Holm überdeckt, welcher die Lager der Schwungradwelle aufnimmt. Eine der Säulen dient zur Befestigung des Dampf-

Fig. 18.



cylinders und der Gradführung, die andere nimmt die durch ein Excenter von der Schwungradwelle betriebene Speisepumpe

Fig. 19.



auf. Die Anordnung der einzelnen Theile der Maschine bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Die folgende Tabelle giebt Auskunft über die Dimensionen des Kessels dieser transportablen Maschine, nach der Ausführung von Lachapelle & Glover in Paris.

Tabelle über die Dimensionen der transportablen Dampfkessel nach dem Systeme von Lachapelle & Glover.

Pferdekraft		1	2	3	4	6	8	10	12	15
Kesselkörper	Höhe m.	1,03	1,24	1,40	1,54	1,83	2,00	2,17	3,19	4,10
	Durchmesser m.	0,51	0,66	0,82	0,93	1,11	1,26	1,40	1,26	1,40
Feuerbuchse	Höhe m.	0,70	0,88	1,00	1,15	1,35	1,50	1,58	3,10	3,24
	Durchmesser m.	0,41	0,52	0,68	0,78	1,03	0,90	1,22	0,95	1,08
Siederöhren	Anzahl	1	2	2	2	3	3	3	6	6
	Durchmesser m.	0,20	0,22	0,25	0,29	0,25	0,29	0,31	0,36	0,38
	Länge m.	0,40	0,52	0,68	0,78	0,95	1,09	1,22	0,95	1,08
Schornstein	Höhe m.	0,38	0,40	0,45	0,50	0,60	0,62	0,72	0,85	0,98
	Durchmesser m.	0,15	0,17	0,19	0,22	0,26	0,30	0,34	0,34	0,36
Feuerberührte Oberfläche m^2.		1,50	2,25	3,30	4,40	6,50	8,50	10,50	13,50	18,13
Fassungsraum des Kessels m^3.		0,11	0,21	0,35	0,76	0,81	1,09	1,40	2,56	3,60
Gewicht des Kessels Kilo.		310	480	720	980	1360	2150	2800	3400	4000

Die zweite Tabelle giebt eine Uebersicht über die Dimensionen der Maschine, den Brennmaterialverbrauch und die Preise derselben.

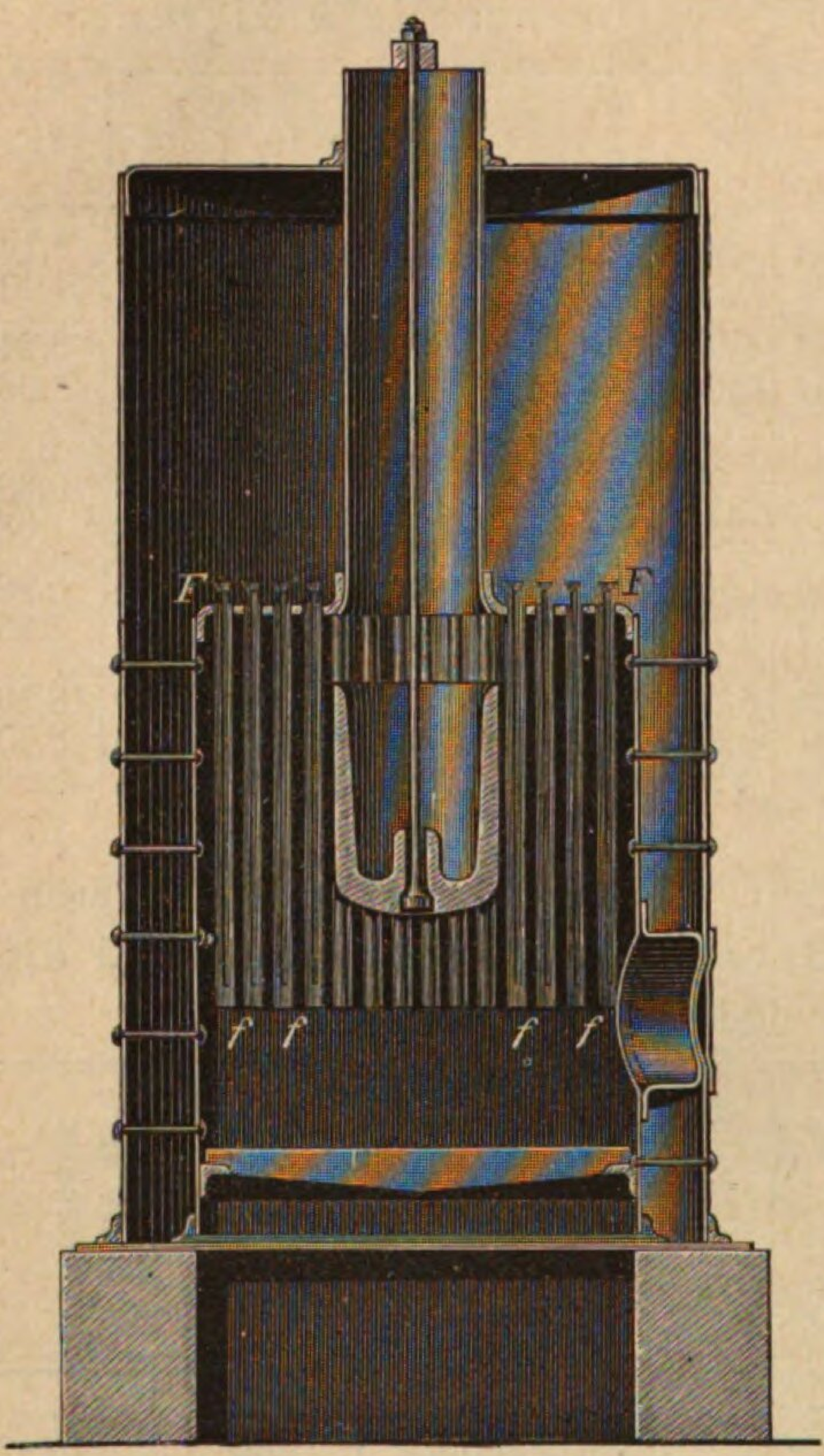
Pferdekraft	Cylinderdurchmesser cm.	Kolbenhub cm.	Minutliche Umdrehungen	Stündlicher Brennmaterialverbrauch Kilog.	Stündlicher Wasserverbrauch Liter	Gewicht der Maschine Kilog.	Preis der Maschine Thlr.
1	9,5	18,0	125	4	30	775	480
2	11,5	20,0	115	8	60	1050	640
3	13,0	24,0	105	12	90	1600	785
4	15,0	26,0	95	16	120	1960	930
6	17,0	30,0	85	24	180	3480	1225
8	19,0	35,0	75	32	240	4500	1535
10	21,0	40,0	75	40	300	6000	1840
12	27,0	40,0	75	48	360	7500	2265
15	30,0	45,0	70	60	450	8500	2720

Der Field'sche Röhrenkessel. Das Princip der Field'schen Röhren weicht erheblich von dem der gewöhnlichen Siederöhren ab. Dieselben bewirken eine lebhafte Cir-

kulation des Wassers, geben dem Kessel eine sehr grosse feuerberührte Oberfläche und verhindern ziemlich vollständig das Ansetzen von Kesselstein.

Fig. 20 zeigt die Einrichtung eines vertikalen Kessels nach Field'schem Systeme im Längendurchschnitte, Fig. 21 den Quer- und Längenschnitt eines Siederohres. In dem cylindrischen Kessel ist eine, ebenfalls cylindrische Feuerbuchse mittelst Stehbolzen verankert und wie gewöhnlich mit dem Zubehör der Feuerung, Rost, Aschenfall und Feuerthür ausgerüstet. In der Deckplatte *F* der Feuerbuchse ist eine grössere Anzahl von unten geschlossenen Röhren befestigt, welche je in sich eine zweite Röhre von geringerem Durchmesser aufnehmen, die einige Centimeter über der äusseren Röhre hinaufreicht und oben trichterartig erweitert ist. Nach unten reichen die Röhren derartig tief in den Feuerraum hinein, dass nur die Aufschüttung auf den Rost nicht behindert wird.

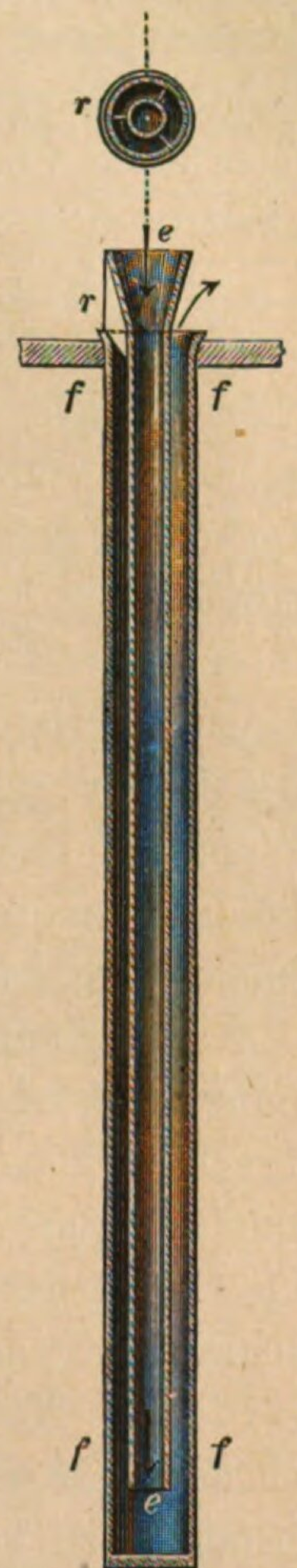
Fig. 20.



Die inneren Röhren *e* (Fig. 21) sind mittelst dreier kleinen Stege *r* an den äusseren Röhren *f* derartig befestigt, dass die freie Cirkulation des Wassers hierdurch nicht behindert wird. Bei eintretender Erwärmung des Wassers entsteht eine lebhafte Strömung und ein rascher Wechsel der auf- und niedersteigenden Wassertheilchen, indem das Wasser in dem äusseren, tiefer nach der Feuerung zu hinabreichenden Rohre *f* nach

oben steigt, dagegen im inneren Rohre herabsinkt, wie dies die Pfeile andeuten. Hierdurch wird die Dampferzeugung beschleunigt, und ausserdem eine Kesselsteinansetzung in den Röhren verhindert. Die Anordnung der Field'schen Röhren giebt im Verhältnisse zu dem vorhandenen Wasservolumen eine sehr bedeutende feuerberührte Oberfläche. Auch gewährt das System noch den Vortheil, dass die unvermeidlichen Längenausdehnungen der Röhren, welche bei den gewöhnlichen Sideröhrkesseln von grossem Nachtheile sind, hier ganz unschädlich werden, da die Röhren nur an ihrem oberen Ende in der Deckplatte der Feuerbuchse befestigt sind, unten dagegen frei hängen. Eine Ausdehnung oder Zusammenziehung derselben übt also keinerlei Nachtheile aus.

Fig. 21.



Bei einigen transportablen Maschinen mit Field'schen Röhren sind letztere unten etwas gekrümmt, um für den Rost den hinreichenden Platz zu gewähren. In neuerer Zeit wird dieses System auch bei liegenden Kesseln, anscheinend mit gutem Erfolge angewendet.[1]

Auf Tafel II ist eine **transportable Dampfmaschine** mit **Field'schem Röhrenkessel** nach der Konstruktion von M. **Webers** in Berlin dargestellt. Fig. 1 zeigt die Seitenansicht der ganzen Maschine, Fig. 2 den Durchschnitt des Kessels.

Die cylindrische Feuerbuchse *A* wird von dem, ebenfalls cylindrischen Kessel *B* umgeben. In der oberen Platte der

1) Interessante Mittheilungen über die Field'schen Röhrenkessel bringt die Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. XIV, S. 303 und 319; Bd. XV, S. 325, und der Oesterreichische Bericht über die Weltausstellung zu Paris 1867 in der schönen Arbeit von Karl Jenny, Bd. II, S. 63.

Feuerbuchse sind die schmiedeeisernen Röhren *C* eingesetzt, welche mit inneren Röhren nach Field'scher Konstruktion versehen sind und eine lebhafte Cirkulation des Wassers in der vorher beschriebenen Weise erzeugen. Damit die heissen Verbrennungsgase nicht unmittelbar aus der Feuerbuchse in den Schornstein gelangen, ist in der ersteren eine Zunge *D* aus feuerfesten Chamottsteinen angebracht, welche die Gase zwingt, abwärts zu steigen, um alsdann in den Fuchs *E* einzutreten.

Der Rost *F*, im unteren Theile der Feuerbuchse, ist derartig angeordnet, dass er leicht umgelegt werden kann, zu welchem Zwecke der vordere Rostträger auf der, in Charnieren gehenden Stütze *G* ruht, deren unterer Stützpunkt frei auf dem Boden aufsteht. Durch Umstossen dieser Stange, beispielsweise mittelst der Feuerschaufel, schlagen die sämmtlichen, nunmehr ihrer Unterstützung beraubten Roststäbe derartig um, dass das Brennmaterial in den Aschenfall herunterfällt. Die Beschickung des Rostes erfolgt durch die gusseiserne, aus einer doppelten Wandung bestehende Feuerthür *H*. Um den Kessel vor Abkühlung zu schützen, ist derselbe mit einem hölzernen, durch Spannringe zusammengehaltenen Mantel *I* umgeben.

Die Anordnung der Armaturen ergiebt sich aus der Zeichnung. *K* ist das auf der oberen Deckplatte des Kessels angebrachte Sicherheitsventil, *L* der gusseiserne Körper des Wasserstandsglases, welches bei *N* seitlich angeschraubt ist, *M* sind die Probirhähne, während *O* das auf dem Körper *L* aufgeschraubte Federmanometer ist. In der Mitte der oberen Deckplatte des Kessels befindet sich das Mannloch *P* von hinreichender Grösse, um den Kessel zum Zwecke der Reinigung befahren zu können.

Die Dampfmaschine ist an der Wandung des Dampfkessels auf einer starken Grundplatte montirt. *Q* ist der Dampfcylinder, *R* der Schieberkasten, *S* das Absperrventil. Die Schwungradwelle *X* mit dem als Riemenscheibe bearbeiteten Schwungrade *Z* befindet sich der solideren Aufstellung wegen, nahe dem Boden und trägt ausser dem Excenter der Schiebersteuerung eine kleine Kurbel zum Betriebe der Speisepumpe *Y*.

Der Kreuzkopf, welcher die Verbindung der Lenkerstange *W* mit der Kolbenstange vermittelt, ist, wie alle der Abnutzung unterworfenen Theile, mit Nachstellung zum Adjustiren der gradlinigen Bewegung versehen. Die Führung des schwalbenschwanzförmig eingesetzten Kreuzkopfes erfolgt in dem Gleitstücke *V*, welches auf der Grundplatte mittelst Schrauben befestigt ist.

Die Maschinen von 5 Pferdekraft aufwärts expandiren mittelst eines zweiten, nach Farcot'schem Systeme konstruirten Schiebers; die Expansion kann durch die kleine Kurbel *T* während des Ganges beliebig verändert werden. Die kleineren Maschinen expandiren dagegen nur soweit, als dies innerhalb der Grenzen eines Schiebers zulässig ist, und entbehren des Regulators, dessen Aufstellung bei den grösseren Maschinen aus Fig. 1 ersichtlich ist.

In der nachfolgenden Tabelle sind noch die wichtigsten Dimensionen und Preise dieser beachtenswerthen Maschine angegeben.

Pferdekraft	Dampfspannung in Atmosphären Ueberdruck	Anzahl der Dampfcylinder	Cylinder-durchmesser cm.	Kolbenhub cm.	Minutliche Umdrehungen	Durchmesser des Schwungrades cm.	Heizfläche in Quadratmetern	Ungefähres Gewicht Ctnr.	Preis der Maschine Thlr.	Extrakosten für Kesselbekleidung Thlr.	Schornstein pro lf. Meter Thlr.
1	5	1	9,8	15,7	120	62	1,57	15	480	20	$4^3/_4$
2–3	5	1	13,7	20,9	110	78	3,54	25	600	35	$5^1/_2$
4–5	$4^1/_2$	1	17,0	31,4	80	94	4,92	36	900	50	$6^1/_3$
7–8	$4^1/_2$	1	20,9	35,3	75	125	8,37	50	1200	65	$6^1/_3$
10	$4^1/_2$	1	24,8	41,6	65	140	11,76	65	1600	75	$7^1/_6$
12–14	$4^1/_2$	2	20,9	35,3	75	125	14,70	85	2100	100	$7^1/_6$
16–20	$4^1/_2$	2	24,8	41,6	65	140	19,60	100	2700	100	8

In neuester Zeit werden die Maschinen zumeist liegend angeordnet, und zwar nach dem, weiter unten zu besprechenden Tangye'schen Systeme.

3. Die stationäre Dampfmaschine.

Die stationäre Dampfmaschine ist dadurch charakterisirt, dass der Kessel mit einer aus Mauerwerk hergestellten Feuerung

versehen, während die Maschine unabhängig von dem Kessel auf einem geeigneten Fundamente unwandelbar befestigt ist. Die stationäre Maschine wird überall da mit Vortheil anzuwenden sein, wo die Arbeitsmaschinen stets denselben Ort der Aufstellung einzunehmen haben, wo also eine Dislokation niemals eintreten kann.

Bei der Wahl des entsprechenden Systemes beachte man, dass zunächst auf möglichst ökonomische Verwerthung des Brennmaterials zu sehen ist; die bewährten, diesem Zwecke entsprechenden Konstruktionen müssen also benutzt werden. Kleinere Maschinen bis 16 Pferdekraft werden am besten als Hochdruckdampfmaschinen mit Expansion, grössere als Woolf'sche und Kondensationsmaschinen[1] ausgeführt. Die in neuerer Zeit sehr beliebten Corlissmaschinen[2] sind wegen der starken Abnutzung ihrer vielen bewegenden Theile und ihres zu komplicirten Mechanismus nur da zu empfehlen, wo die Grösse der Anlage oder des gesammten Maschinenbetriebes der Wirthschaft die Anstellung eines erfahrenen Maschinenmeisters gestattet. Sie zeichnen sich durch eine sehr ökonomische Ausnutzung des Dampfes aus.

Kleinere Hochdruckmaschinen werden am besten als liegende Maschinen konstruirt. In dieser Disposition besitzen sie den ruhigsten Gang, erfordern keine hohen Gerüste, und lagern die Schwungradwelle unten. Nur in Ausnahmefällen, z. B. wenn ein bereits vorhandener Raum, welcher die zur Aufstellung einer liegenden Maschine erforderliche Länge nicht besitzt, als Maschinenstube benutzt werden soll, ist eine Maschine anderen Systemes anzuwenden. Soll die Welle unten gelagert werden, so empfiehlt sich die Bügelmaschine,[3] im anderen Falle eine Maschine, die in einem Gerüst oder auf einer Grundplatte direkt an der Wand angebracht ist, die soge-

1) Ueber diese Maschinen geben die Seite 6 in der Anmerkung aufgeführten Schriften die eingehendste Auskunft.

2) Siehe Weissbach's Mechanik, Bd. II, S. 1047.

3) Vergl. Scholl a. a. O. S. 283.

nannte Wandmaschine. Der Cylinder steht hierbei unten, die Schwungradwelle lagert oben. Oscillirende Maschinen, welche in früherer Zeit sehr beliebt waren, sind nicht zu empfehlen. Die Schildzapfen, in welchen der Cylinder schwingt, dienen gleichzeitig zur Zu- und Ableitung des Dampfes; sie nutzen sich und ihre Lager leicht ab und werden undicht. Nur bei sehr beschränkten Räumlichkeiten, welche die Aufstellung einer anderweitigen Dampfmaschine nicht zulassen, wären diese Maschinen angezeigt.

In Betreff der Dampfkessel sei hier bemerkt, dass ihre Konstruktion nahezu ebenso viele Verschiedenheiten darbietet, wie die der Maschinen. Unter Hinweis auf die oben angeführten Specialwerke, welche die verschiedenen Systeme der Dampfkessel auf's Eingehendste behandeln, soll hier nur erwähnt werden, dass in neuerer Zeit bei einigermassen grossen Kesseln denjenigen mit Siedern der Vorzug vor den meisten anderen Systemen eingeräumt wird. Unter dem eigentlichen Kessel befinden sich ein oder zwei kleinere, mit dem oberen in Kommunikation stehende Kessel, welche ganz mit Wasser gefüllt und vollständig vom Feuer umgeben sind. In Bezug auf die Ersparung an Brennmaterial geben diese Kessel vortreffliche Resultate.

In Betreff der Anordnung der Feuerung ist zu erwähnen, dass für Braunkohlen- und Torffeuerung ein Treppenrost durchaus empfehlenswerth ist. Derselbe ist stark nach hinten geneigt, und besteht aus querliegenden, nach Art der Treppenstufen angeordneten, gusseisernen Platten, während vorn ein Fülltrichter angebracht ist, durch welchen das Brennmaterial eingegeben wird. Die einzelnen Stufen liegen mit einem angemessenen Zwischenraume für den Eintritt der Luft derartig übereinander, dass das Brennmaterial nicht hindurch und in den Aschenfall gelangen kann. Die Neigung des Rostes nach hinten beträgt zwischen 38 und 45 Grad; für Braunkohlenfeuerung empfiehlt sich eine etwas flachere Lage, für backende Steinkohlen die stärkere. Die Treppenroste bewirken eine nahezu rauchlose Verbrennung, da eine weit stärkere Zu-

führung von Luft stattfindet wie bei den gewöhnlichen, horizontalen Rosten.

Die wesentlichsten Abmessungen der Feuerungsanlagen und Kessel ergeben sich aus den nachfolgenden, theilweise der siebenten Auflage der Schrift: „Des Ingenieurs Taschenbuch," Berlin 1867 entnommenen Angaben.

Zur Bestimmung der Rostfläche geht man am besten von der Menge des zu verbrauchenden Brennmaterials aus, und zwar rechnet man, um 100 Pfund stündlich zu verbrennen, für:

Brennmaterial	Totale Rostfläche in Quadratmetern	Feuerraum in Cubikmetern
Steinkohle	0,69 — 0,79	0,25 — 0,28
Hartes Holz und Braunkohle	0,59 — 0,69	0,43 — 0,49
Weiches Holz und Torf . .	0,49 — 0,64	0,65 — 0,74
Holzkohlen und Coaks . .	0,79 — 0,89	0,52 — 0,61

Bezeichnet

F die freie Oeffnung der Rostfläche pro 100 Pfund Brennmaterial, die stündlich verbrannt werden sollen, in Quadratfussen,

q die doppelte theroretische Luftmenge, welche je 100 Pfund Brennmaterial erfordern,[1]

v die Geschwindigkeit pro Sekunde der in den Rost einströmenden Luft in Fussen,

so bestimmt sich die freie Rostfläche aus der Formel:

$$F = \frac{q}{v} \cdot \frac{1}{60.\ 60.}$$

Hierbei nimmt man zweckmässig die Geschwindigkeit $v = 2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuss pro Sekunde.

1) Nach Schinz sind zur Verbrennung von 1 Pfund der nachfolgenden Brennmaterialien Luft von 0° in Cubikfussen erforderlich:

Holz, wasserfrei . .	147,2	Braunkohle mit 20% Wasser	153,9
desgl. mit 20% Wasser	114,5	Steinkohle	262,1
Torf, wasserfrei . .	165,3	Holzkohle	265,0
desgl. mit 20% Wasser	132,0	Coaks	242,3
Braunkohle, wasserfrei	192,7	Anthracit	281,6

Folgende Tabelle giebt für die mittlere Geschwindigkeit von 1 Meter pro Sekunde die freie sowie die totale Rostfläche und deren Verhältniss an, um stündlich 100 Pfund zu verbrennen.

Brennmaterial	Grösse der freien Oeffnung der Rostfläche in Quadratmetern	Grösse der totalen Rostfläche in Quadratmetern	Verhältniss der freien zur totalen Rostfläche
Stark getrocknetes Holz .	0,094	0,591 — 0,689	$^3/_{20}$
Lufttrockenes Holz . . .	0,074	0,541 — 0,640	circa $^3/_{25}$
Holzkohle	0,225	0,788 — 0,886	„ $^1/_4$ — $^3/_{10}$
Stark getrockneter Torf .	0,156	0,541 — 0,640	„ $^1/_5$ — $^1/_4$
Torf mit 20% Wasser .	0,127	0,541 — 0,640	„ $^1/_5$ — $^1/_4$
Torfkohle	0,186	0,788 — 0,886	„ $^1/_5$ — $^1/_4$
Steinkohle	0,245	0,869 — 0,788	„ $^1/_4$ — $^3/_{10}$

Die Entfernung des Rostes von der Kesselfläche beträgt passend:

Bei Sinter-Steinkohlen . . .	34	Centimeter
„ backenden Steinkohlen . .	39 — 42	„
„ Hartholz und Braunkohlen	39 — 47	„
„ weichem Holz und Torf	47 — 63	„
„ Coaks und Holzkohlen . .	42 — 47	„

Die Länge des Rostes beträgt etwa $^1/_3$ der Kessellänge, höchstens aber 2 Meter. Ein Roststab erhält höchstens die Länge von 1,3 Meter; ist der Rost länger, so werden 2 Satz Roststäbe hintereinander gelegt.

Der Aschenfall erhält eine Tiefe von 78 bis 95 Centimeter; der Querschnitt der Feuerzüge wird gleich der freien Rostfläche, der Querschnitt über der Feuerbrücke $^3/_5$ bis $^2/_3$ derselben; letztere liegt 10 bis 15 Centimeter unter der Kesselfläche.

In Betreff des Schornsteines sind folgende Regeln zu beachten:

Bezeichnet

$t^0 C$ die Temperatur im Schornsteine, $t_{,}{}^0$ die der Atmosphäre,

d den Durchmesser oder die Seite des Quadrates der Schornsteinmündung,

h die Höhe der Schornsteinmündung über dem Roste,

l den Gesammtweg der heissen Gase vom Roste bis zum Schornsteine und

v die Geschwindigkeit pro Minute der in den Rost einströmenden Luft, alle Maasse in Fussen genommen,

so strömen die Verbrennungsprodukte aus dem Schornsteine mit der Geschwindigkeit

$$v_{,} = 20 \sqrt{\frac{(t - t_{,})\, dh}{13\, d + 0{,}05\, (h + l)}} \text{ Fuss pro Minute;}$$

demnach ist

$$h = \frac{13\, d + 0{,}05\, l}{400\, \frac{d\,(t - t_{,})}{v_{,}^{2}} - 0{,}05}.$$

Bei gemauerten Schornsteinen ist meist $t - t_{,} = 285^{0}$, der Querschnitt der Mündung $= {}^{3}/_{5}$ der freien Rostfläche, woraus sich d bestimmt. Das Volumen der ausströmenden Luft ist im Mittel $= 2\,{}^{1}/_{4}$ des der einströmenden; also ist

$$v_{,} = \frac{5}{3} \cdot 2\,\frac{1}{4}\, v = 3\,\frac{3}{4}\, v.$$

Setzt man $v = 3$ Fuss pro Sekunde (180′ pro Minute), so ist $v_{,} = 675$ Fuss, und es wird

$$h = 52 + \frac{52 + l}{5d - 1} \text{ Fuss; } d = \frac{1}{12} \sqrt{Q} \text{ Fuss,}$$

wo Q die Anzahl der Cubikzolle des pro Minute zu verdampfenden Wassers ist.

Als Grösse der Heizfläche des Kessels rechnet man gewöhnlich pro Cubikzoll des in der Minute zu verdampfenden Wassers bei gewöhnlichen Kesseln ${}^{4}/_{7}$ bis ${}^{6}/_{7}$ Quadratfuss.

In der folgenden Tabelle ist eine Uebersicht über die Dimensionen und Gewichte einiger Dampfkessel verschiedener Konstruktion angegeben (nach „des Ingenieurs Taschenbuch,“ Seite 443).

1. Cylindrische Kessel ohne Heizröhren					2. Doppelkessel				
Pferdekraft	Länge des Kessels m.	Durchmesser des Kessels m.	Ueberdruck Atm.	Gewicht Pfd.	Pferdekraft	Länge des Kessels m.	Durchmesser des Kessels m.	Ueberdruck Atm.	Gewicht Pfd.
2	2,20	0,94	3	1400	10	6,28	1,17	3	6000
2	2,20	0,94	4	1700		4,40	0,86		
5	4,71	1,02	3	3300	15	7,53	1,25	3	9500
5	4,71	1,02	4	4000		6,44	0,83		
8	7,53	1,10	3	5600	20	9,41	1,41	3	15000
8	7,53	1,10	4	6500		8,79	1,10		
10	9,41	1,10	3	6500	25	11,31	1,33	3	16000
10	9,41	1,10	4	7500		9,41	1,10		

Kessel mit Feuerröhren für 3 Atmosphären Ueberdruck									
Pferdekraft	Länge des Kessels m.	Durchmesser des Kessels m.	Durchmesser des Feuerrohres cm.	Gewicht Pfp.	Pferdekraft	Länge des Kessels m.	Durchmesser des Kessels m.	Durchmesser des Feuerrohres cm.	Gewicht Pfd.
4	2,51	0,94	1 à 31,4	2100	36	9,41	1,88	2 à 68,0	20000
6	3,77	1,10	1 à 41,8	3300	Mit innerer Feuerung				
8	4,39	1,18	1 à 47,1	4200	20	7,84	1,57	1 à 94,1	17000
10	5,33	1,18	1 à 47,1	5300	25	9,41	1,57	1 à 94,1	21000
20	6,28	1,57	2 à 52,3	12500	30	7,53	1,88	2 à 78,4	25000
30	7,84	1,88	2 à 62,8	18000	40	9,41	1,88	2 à 78,4	25000

Als Beispiel einer für landwirthschaftliche Zwecke gut geeigneten stationären Dampfmaschine geben wir auf Taf. III die Zeichnung einer liegenden Maschine von 12 Pferdekraft mit veränderlicher Expansion.

Fig. 1 zeigt die Seitenansicht,

Fig. 2 den Grundriss mit theilweisem Durchschnitte durch Cylinder und Steuerung nach der Linie *AB* und

Fig. 3 den Querdurchschnitt nach der Linie *CD*.

Die Grundplatte *A*, deren Form aus Fig. 2 ersichtlich, ist mittelst 10 Fundamentankern auf einem gemauerten Bankett befestigt, und trägt den Dampfcylinder *B*, welcher durch 4 Schrauben mit ersterer verbunden ist. *C* ist der Kolben mit

der Kolbenstange *D*, *E* der Schieberkasten, in welchem sich der Vertheilungsschieber *F* sowie die beiden Expansionsschieber *G* befinden, welche durch eine Schraube mit Rechts- und Linksgewinde einander genähert oder von einander entfernt werden können. Es geschieht dies mittelst der Kurbel *H*, welche eine Drehung der Schieberstange bis zu dem Knaufe *I* gestattet. Die jedesmalige Stellung der beiden Schieber kann durch den Zeiger *K*, welcher auf einer Schraubenmutter befestigt ist, abgelesen werden. Die betreffende Skala ist nach Füllungsgraden getheilt, so dass man im Stande ist, die Expansion auf jeden gewünschten Füllungsgrad, selbst während des Ganges der Maschine einzustellen. Die Steuerung stimmt also mit dem bereits auf Seite 34 erwähnten Meyer'schen Systeme überein. *L* ist der in dem Cylinderkörper eingegossene Kanal, durch welchen der gebrauchte Dampf entweicht.

Am Ende der Kolbenstange befindet sich der Kreuzkopf *M*, welcher in den beiden Linealen *NN* geführt wird und gleichzeitig zum Angriffe der gabelförmigen Lenkerstange *O* dient. Diese betreibt vermittelst der Kurbel die Schwungradwelle *P*. Die Lagerung derselben erfolgt einerseits auf der Grundplatte *A*, andererseits bei *Q* auf einem, in passender Höhe aufgeführten Mauerpfeiler. Auf der Schwungradwelle befinden sich die beiden Excenter *R* und *S* zum Betriebe des Vertheilungs- und Expansionsschiebers sowie ein drittes Excenter *T* zum Betriebe der Pumpe *U*, welche ebenfalls unabhängig von der Grundplatte der Maschine aufgestellt wird. Der Betrieb auf die Arbeitsmaschine wird durch die Riemenscheibe *V* fortgepflanzt. Bei *W* wird das in der Zeichnung nicht dargestellte Absperrventil aufgesetzt, während von *L* das Dampfableitungsrohr abgeht.

Der Dampfcylinder hat einen Durchmesser von 31 Centimeter, der Kolbenhub beträgt 55 Centimeter.

Nehmen wir an, dass die Maschine mit 4 Atmosphären Ueberdruck arbeite, die Expansion auf halbe Füllung eingestellt sei, und die Maschine 60 Umdrehungen in der Minute mache, und setzen wir den Nutzeffekt nur gleich 50 Procent, so ergiebt sich die Leistung der Maschine nach der auf Seite 39

aufgestellten Formel, wenn nach der angegebenen Tabelle $p_0 = 3{,}39$; $p_0 - a = 2{,}32$ gesetzt wird:

$$N = 3{,}61.\ 0{,}31.^2\ 0{,}55.\ 60.\ 2{,}33.\ 0{,}50 = 13{,}35$$

Pferdekraft.

Ehe ich das Capitel der stationären Dampfmaschine verlasse, will ich noch mit einigen Worten auf ein bezügliches konstruktives Moment eingehen. Es kann wohl nicht bestritten werden, dass alle unsere stationären Dampfmaschinen noch zu viele einzelne Theile enthalten, deren Zusammensetzung und Adjustirung mit erheblichen Kosten und Mühen verknüpft ist, und oft nicht mit der erforderlichen Genauigkeit ausgeführt wird. Liesse sich die Zahl der einzelnen Theile nicht vermindern, und dadurch eine grössere Genauigkeit und Wohlfeilheit in der Herstellung der stationären Dampfmaschinen erzielen?

Man will die billige und genaue Herstellung der Maschine durch Massenfabrikation erreichen und durch Ausführung lediglich mit Hilfsmaschinen, möglichst ohne Feile und Meissel, ein Verfahren, welches Reuleaux ganz passend „Machinofaktur" nennt. Zu diesem Zwecke ist es aber meines Dafürhaltens in erster Reihe erforderlich, dass auf Vereinfachung der Konstruktion der Maschine, zum Mindesten der statischen Theile derselben, gesehen werde. Es müsste doch traurig aussehen um unsre Giessereitechnik, wenn dieselbe nicht im Stande wäre, alle oder nahezu alle ruhenden Theile einer kleineren liegenden Dampfmaschine aus einem Stücke zu fertigen. Der Cylinder mit dem Schieberkasten, Gradführung und Schwungradwellenlager können fast immer aus einem Stücke mit der Grundplatte hergestellt werden. Alsdann bedarf es nur eines eigens für dieses Stück konstruirten Fräsapparates, welcher den Cylinder ausbohrt, die Gradführung hobelt, und im rechten Winkel zur Cylinderachse die Schwungradlager ausbohrt. In den Geschützfabriken hat man bereits seit langer Zeit Arbeitsmaschinen, welche weit schwierigere Arbeiten ausführen. Die Arbeit an einer Dampfmaschine

kann hierdurch zum Mindesten auf die Hälfte reducirt werden, und der Käufer der Maschine würde bei einem erheblich niedrigeren Preise die Garantie für die vollendetste Ausführung erlangen.

Die liegende Dampfmaschine der Gebrüder Tangye in Birmingham kommt diesen Anforderungen sicherlich schon ziemlich nahe. Fig. 22 zeigt eine perspektivische Ansicht derselben, aus welcher die Anordnung der einzelnen Theile deutlich zu ersehen ist. Grundplatte, Cylinderdeckel, Gradführung und das Lager der Schwungradwelle sind aus einem einzigen Gussstücke gefertigt, und dabei haben die einzelnen Theile, wie man bereits aus der Zeichnung ersieht, die gehörige Solidität und Stärke, ohne dass der Charakter des Eleganten, welchen diese Maschine doch unstreitig besitzt, irgendwie beeinträchtigt wird. Ich hatte Gelegenheit, eine Maschine dieses Systemes mit 400 Umdrehungen in der Minute arbeiten zu sehen, wobei man kein Geräusch als das des entweichenden Dampfes und den Ventilschlag der Speisepumpe hörte!

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht über die Dimensionen, Gewichte und Preise von liegenden Dampfmaschinen nach den Angaben der Maschinenfabrikanten J. S. Schwalbe & Sohn in Chemnitz.

Pferdekraft	Cylinder-durchmesser	Kolbenhub	Heiz-fläche	Umdrehungs-geschwindigkeit	Gewicht		Preis	
					der Maschine	des Kessels mit Armatur	mit Kessel und Armatur	ohne Kessel und Armatur
	cm.	cm.	m^2	Min.	Pfd.	Pfd.	Thlr.	Thlr.
1	13,0	23,0	2,45	80			325	175
2	18,8	40,0	3,94	66	1200	2500	650	350
4	22,0	40,0	7,88	66	3200	3500	1000	450
6	25,0	60,0	11,82	50	6000	5000	1450	750
8	30,0	60,0	15,68	50	7200	6300	1800	900
12	34,0	66,0	22,05	46	9000	9450	2200	1300
16	37,0	66,0	29,55	46	10500	11600	2900	1600
20	40,0	78,0	35,28	42	14800	13500	3500	2000
25	44,0	88,0	44,10	38	16000	16500	4200	2500
30	48,0	88,0	52,92	38	17300	18000	4800	3000

Die Preise sind in dieser Tabelle etwas hoch angesetzt; es ist aber zu berücksichtigen, dass dieselben bei guter Ausführung und

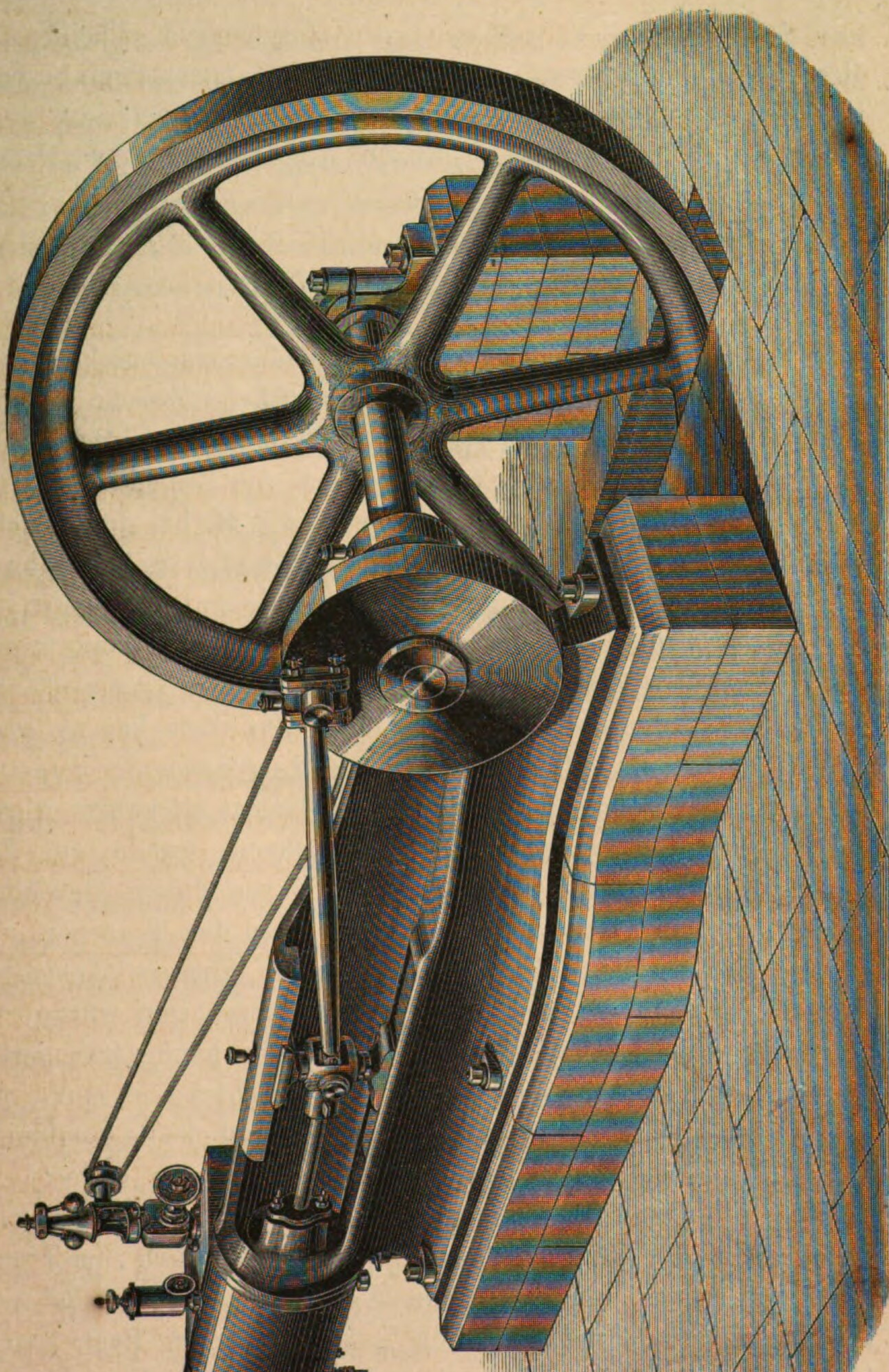


Fig. 22.

mit Inbegriff aller nothwendigen zugehörigen Theile, als Regulator, Absperrventil etc. durchaus als angemessene bezeichnet werden können, namentlich mit Rücksicht auf die angegebenen, verhältnissmässig grossen Abmessungen der Dampfcylinder.

4. Die Strassenlokomotiven.

Es muss zweifelhaft erscheinen, ob die Strassenlokomotiven in ihrer Allgemeinheit für landwirthschaftliche Zwecke geeignet sind. Wo dieselben ganz specielle Aufgaben zu erfüllen haben, und die Selbstbeweglichkeit des Motors die Brauchbarkeit des gesammten Apparates bedingt, wie dies z. B. bei den neueren Dampfpflügen der Fall ist, muss dieser Zweifel freilich schwinden. Dagegen ist die Frage noch keinesweges abgeschlossen, ob es sich empfiehlt, die Strassenlokomotiven zum Transporte von Lasten und zur Ersparung der Spannkraft beim Transporte gewöhnlicher Lokomobilen anzuwenden. Zur Zeit hat es sogar den Anschein, als sollte diese Frage zu Ungunsten der Strassenlokomotiven entschieden werden; man kommt allerwärts wieder zurück von den sanguinischen Erwartungen, welche zur Zeit der zweiten Londoner Ausstellung 1862 von diesen Maschinen gehegt wurden. Damals glaubte man, dass der Transport von Lasten unter vielen Verhältnissen durch Strassenlokomotiven empfehlenswerth sei, dass die Zeit bald heran sein würde, wo jede landwirthschaftliche Lokomobile, welche häufig transportirt werden soll, als Strassenlokomotive eingerichtet sein muss, um sich selbst und ihre Arbeitsmaschine, namentlich die kombinirte Dreschmaschine, von einem Aufstellungsorte zum anderen zu befördern. Diese Erwartungen sind jedoch in keiner Weise eingetroffen. Die Strassenlokomotive, welche lediglich zum Transporte von Lasten auf chaussirten Wegen dienen soll, hat sich nur in wenigen Ausnahmefällen bewährt; in der Regel traten binnen Kurzem Störungen ein, welche ein Einstellen des Betriebes zur Folge hatten. Ebenso ist man fast überall wieder davon zurückgekommen, die landwirthschaftliche Lokomobile

selbstbeweglich zu machen; man wendet in den meisten Fällen wieder die einfache Lokomobile an, deren Transport durch Spannkraft erfolgt.

Die Gründe für diese Erscheinungen liegen an mehreren Umständen. Die Lastzug-Strassenlokomotiven beschädigen häufig die Wege, sind im Verhältnisse zu den aufgewendeten Kosten zu wenig leistungsfähig, versagen auf schlüpfrigem Boden oft gänzlich ihren Dienst, indem hier die Räder gleiten, und selbst die Anwendung von Vorsteckeisen in den Radkränzen keine günstigeren Resultate herbeiführt. Sie sind ferner sehr schneller Abnutzung unterworfen; das Schiefstellen der Maschine auf abschüssigen Wegen verändert das Wasserniveau im Kessel in nachtheiligster Weise, so dass oft ein Bloslegen einzelner feuerberührter Kesselplatten vom Wasser stattfindet. Selbst, wenn diese nachtheiligen Umstände nicht zu sehr hervorgetreten sind, so hat sich doch stets in Folge der hohen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten eine sehr zweifelhafte Rentabilität herausgestellt.

Die selbstbeweglichen landwirthschaftlichen Lokomobilen, welche vor Allem zum Betriebe der Dampfdreschmaschine dienen sollen, und speciell für Verleihanstalten empfohlen wurden, haben ebenfalls keine günstigeren Erfolge errungen. Hier muss in erster Reihe, ganz abgesehen von der Leistungsfähigkeit der Maschine, die Frage aufgeworfen werden, ob es sich empfiehlt, die Lokomobile mit bedeutenden Mehrkosten, etwa 1000 Thaler, selbstbeweglich zu machen. Rechnet man von diesen Mehrkosten 15 Procent Amortisation und 5 Procent Zinsen, so erfordert die Einrichtung der Lokomobile als Strassenlokomotive, abgesehen von den Kosten des Betriebes, also Brennmaterial, Wasserzufuhr und Arbeitslöhnen, eine jährliche Ausgabe von 200 Thalern. Dabei muss man berücksichtigen, dass der Transport der Maschine keineswegs schneller geht als mittelst Spannkraft. Und der Fall, dass man im Jahre 200 Thaler für Transportkosten einer Lokomobile mit Dampfdreschmaschine verausgabt, wird wohl niemals eintreten; meistens wird die Dislokation der Maschine mittelst Spannkraft, selbst wenn diese oft

und in weiten Entfernungen erfolgt, weit geringere Kosten verursachen.

Demnach bleibt uns nur noch die Strassenlokomotive als Motor für den Dampfpflug, für welchen sich dieselbe bewährt hat, wenn man nicht in den Fehler der neuesten Zeit gerathen war, die Maschinen immer kräftiger, und dem entsprechend immer schwerer, bis auf 500 Centner, herzustellen, wobei alsdann selbstverständlich die Maschinen ihren Dienst gänzlich versagten. Die speciell für den Dampfpflug eingerichtete Strassenlokomotive soll in dem IV. Abschnitte eingehender besprochen werden; hier sollen jedoch die Principien und einige neuere Konstruktionen der Strassenlokomotiven noch vorgeführt werden.[1]

Zumeist wird den Strassenlokomotiven die gewöhnliche Lokomobile mit Siederohrkessel zu Grunde gelegt, welche durch Anbringung einer Bewegungsübertragung auf die hinteren Räder und einer Vorrichtung zum Steuern selbstbeweglich gemacht wird.

Die Bewegungsübertragung von der Schwungradwelle auf das hintere Fahrrad erfolgt entweder mittelst einer Kette oder durch Zahnräder. Beide Methoden sind in gleicher Weise in Anwendung, jedoch wird in neuerer Zeit der Betrieb durch Zahnräder vorgezogen, da die Kette sich nach längerem Betriebe ausdehnt, und alsdann keine vollkommen sichere Uebertragung mehr stattfindet. Man wendet mit Vortheil Umsetzungen in verschiedenen Verhältnissen an, so dass die Maschinen mit grösserer oder geringerer Geschwindigkeit arbeiten können. Die Einrückung des Betriebes erfolgt zumeist mittelst lösbarer Kuppelungen vom Führerstande aus.

1) Nach der obigen Darstellung des Werthes der Strassenlokomotiven könnte eigentlich von einer Beschreibung der Konstruktion derselben hier Abstand genommen werden. Ich halte es jedoch für empfehlenswerth, hiervon nicht ganz abzusehen, um vor Allem die Richtung darzulegen, in welcher man zur Zeit in der weiteren Vervollkommnung dieser Maschinen und Beseitigung der Mängel derselben vorschreitet. Es ist jedenfalls anzunehmen, dass mit grösserer Vereinfachung, mit Reduktion des Gewichtes und anderen Verbesserungen die Benutzung der Strassenlokomotiven wieder von Neuem zur Sprache kommen wird.

Die Konstruktion der Fahrräder bietet bisher noch erhebliche Schwierigkeiten dar, da dieselben sehr leicht gleiten, und in weichem Boden tief einsinken. Die Adhäsion der Radoberfläche an dem Boden muss eine möglichst grosse sein, ferner der Druck des Rades mit dem darauf lastenden Maschinengewichte hinlänglich gross, um ein Gleiten zu verhüten. Von allen bisherigen Konstruktionen scheinen mir immer noch die Boydell'schen Schienenschuhe die zuverlässigsten zu sein, trotzdem man, in neuerer Zeit ganz von denselben zurückgekommen ist.[1] Man giebt jetzt den Rädern eine sehr grosse Breite, etwa ½ Meter, ferner eine beträchtliche Höhe, und versieht ihren Umfang mit schräg gestellten Erhöhungen, welche einen wirksamen Eingriff in dem Boden erzielen sollen.

Entschieden praktisch ist es, die Strassenlokomotiven auf Federn anzuordnen, damit die beim Fahren unvermeidlichen Stösse und Erschütterungen nicht auf den Kessel und die Maschineübertragen werden. Diese Anordnung wurde schon vor längerer Zeit von dem Berliner Maschinenfabrikanten Schwartzkopff bei Strassenlokomotiven getroffen, und hat sich dieselbe immer gut bewährt, so dass sie jetzt auch bei den englischen Strassenlokomotiven in Anwendung gebracht wird.[2]

Die Steuerung der Maschine geschieht entweder in der Art, dass die Achse der Vorderräder drehbar gemacht wird, und durch Einlenkung dieser Achse in schräger Richtung ein Wenden stattfindet, oder durch ein besonderes, vor der Maschine angebrachtes Steuerrad, dessen Konstruktion von Aveling & Porter in Rochester herrührt. Beide Methoden haben sich als zuverlässig bewährt, und es können die Maschinen, wenn der Radstand kein zu bedeutender ist, in einem Bogen von 6 bis 9 Meter Radius mit Leichtigkeit umwenden.

Die erstere Methode wird in neuerer Zeit am meisten angewendet. Ueber der Vorderachse ist ein Drehschemel wie bei Lokomobilen angebracht; das Untertheil desselben, welches mit

1) Beschrieben im Handbuche zur Anlage und Konstruktion landwirthschaftlicher Maschinen, Bd. II S. 385.

2) Vergl. Cultur-Ingenieur. Dritter Bd., 1871. S. 27.

der Achse fest verbunden wird, ist entweder an seinem Umfange als Zahnkranz oder als Kettenscheibe geformt. In den Zahnkranz greift alsdann eine Schnecke ein, welche in geeigneter Weise vom Führerstande bewegt wird. Letzterer befindet sich am besten vor der Maschine, damit etwaige Hindernisse rechtzeitig gesehen werden können. Eine andere, vielfach angewendete Konstruktion ist die sogenannte Schiffssteuerung. Bei derselben greifen direkt an der Achse, und zwar in gleicher Entfernung zu beiden Seiten des Drehpunktes, zwei Zugstangen oder Ketten an, welche durch eine Hebeltransmission vom Führerstande aus bewegt werden, und eine Einstellung der Achse unter beliebigem Winkel bewirken. Diese Anordnung wird z. B. bei den Strassenlokomotiven des Fowler'schen Dampfpfluges angewendet. Der Steuermann hat hierbei seinen Platz hinter der Feuerbuchse und etwas zur Seite derselben; er ist jedoch niemals im Stande, das vorliegende Terrain vollständig zu übersehen.

Das Aveling'sche Steuerrad befindet sich in einem besonderen, nach vorn spitz zugehenden Gestell gelagert. Die Achslager desselben umgeben das Rad gabelförmig, und sind in dem Gestell um eine vertikale Achse drehbar, so dass hierdurch das Rad in beliebigem Winkel zur Fortbewegungsrichtung eingestellt werden kann. Am oberen Ende der vertikalen Spindel, in welcher die Achslager endigen, befindet sich ein langer Hebel mit Handgriff, welcher von dem, im Gestell des Rades sitzenden Steuermann mit ziemlicher Leichtigkeit gehandhabt werden kann. Das Rad selbst hat nur eine sehr geringe Breite und ist an seinem Umfange abgerundet; die mit demselben versehenen Strassenlokomotiven können Kurven von 7 bis 8 Meter Radius mit Leichtigkeit befahren.

Die Maschinen der Strassenlokomotiven sind zumeist mit zwei Cylindern versehen, wobei alsdann die Kurbeln der Schwungradwelle wie bei Lokomotiven um 90 Grad verstellt sind. Diese Maschinen besitzen den Vortheil, dass die Widerstände, welche sich der Bewegung entgegensetzen, mit grösserer Leichtigkeit überwunden werden als bei Maschinen mit einem

Cylinder, da niemals der todte Punkt der Kurbelstellung als neues Hinderniss hinzukommen kann. Die Maschinen müssen mit einer Umsteuerung versehen sein, um beliebig vorwärts und rückwärts arbeiten zu können, zu welchem Zwecke in der Regel eine Koulissensteuerung wie bei Lokomotiven benutzt wird.

Da die hinteren Räder von der Schwungradwelle betrieben werden sollen, so ergiebt sich als vortheilhafteste Anordnung der Maschine diejenige, bei welcher die Schwungradwelle auf der Feuerbuchse oder wenigstens dieser zunächst und der Cylinder auf der Rauchbuchse oder dicht an dieser auf dem cylindrischen Kessel gelagert ist.

In neuerer Zeit macht ein neues System von Strassenlokomotiven, bei welchem die Triebräder mit starken Reifen aus vulkanisirtem Kautschuk umkleidet sind, viel Aufsehen.

Diese von R. W. Thomson in Edinburg herrührende Anordnung besitzt in ihrer ursprünglichen Konstruktion jedenfalls nur einen höchst zweifelhaften Werth, da die Abnutzung der Räder eine ausserordentlich grosse sein muss. Es wird gesagt, dass nach den gemachten Erfahrungen dieses Material ein sehr empfehlenswerthes sei, da die Kautschukreifen als vortreffliche Federn wirken, die vor den gewöhnlichen Federn noch den Vorzug besitzen, dass sie auch die Räder und Achsen beschützen, während bei allen anderen Federn die Stösse erst durch die Räder und Achsen auf die Federn selbst gelangen. Ferner wird als ein wichtiger Vorzug der Kautschukreifen die grosse, durch die Räder an dem Boden erzeugte Adhäsion dargestellt, und schliesslich hervorgehoben, dass die Räder sehr wenig in dem Boden einsinken, demnach also die Zugkraft geringer ausfällt als bei eisernen Reifen[1]. Alle diese Vortheile werden jedoch durch die in kürzester Zeit erfolgende Abnutzung der Radkränze vollständig aufgehoben. Der Verfasser des angezogenen Aufsatzes ist wenigstens so gerecht, am Schlusse desselben der Thomson'schen Strassenlokomotive die

1) Vergl. Cultur-Ingenieur, Bd. II, S. 141.

Prognose zu stellen, dass dieselbe in Kurzem wieder vom Schauplatze abtreten werde.

Selbstverständlich hat man sich in England sofort beeilt, die Thomson'schen Räder zu verbessern. Ob hierbei günstigere Erfolge erzielt werden können, muss vorläufig dahingestellt bleiben. So wenden Aveling & Porter in Rochester in neuester Zeit Radreifen aus Kautschuk an, welche aus einzelnen Segmenten bestehen und mit dem Radkranze durch Schrauben und eiserne Ringe verbunden sind. Bei der Strassenlokomotive von 5 Pferdekraft dieser Fabrikanten haben z. B. die 1,1 Meter hohen Vorderräder Kautschuksegmente von 31 Centimeter Länge, 10 Centimeter Breite und 7 Centimeter Dicke, die 1,5 Meter hohen Hinterräder solche von sonst gleichen Dimensionen, aber von 15 Centimeter Stärke. Der Kautschuk ist an 6 Millimeter starken Stahlplatten befestigt, welche an den, 13 Millimeter starken schmiedeeisernen Radreifen angebolzt sind.[1]

Ein Vorzug dieser Anordnung gegenüber der ursprünglichen Thomson'schen besteht darin, dass der Ersatz eines beschädigten Segmentes leicht und billig ist.

In anderer Weise stellt Nairn in Leith elastische Radkränze für Strassenlokomotiven her. Er bildet dieselben aus 7 über einander liegenden Schichten von etwa 32 Millimeter starken Seilen. Die 6 inneren Schichten bestehen aus getheerten Seilen von Kokosbast, ein Material, welches wegen seiner grossen Elasticität gewählt wurde, die äussere Schicht dagegen aus getheertem Hanfseil. Der ganze Radkranz ist durch umgelegte, sehr wenig von einander abstehende, U förmige Eisenbänder mit dem Radkörper verbunden. Nach kurzem Gebrauche sollen die Seile zu einer ganz kompakten, soliden Masse werden, so dass sich kaum bemerken lässt, dass sie aus einzelnen Seilen bestehen. Ihre Elasticität soll dabei nicht abnehmen.

Eine der besten Strassenlokomotiven ist diejenige von Clayton, Schuttleworth & Co. in Lincoln, welche Fig. 23 in

1) Auch Fowler liess sich eine ähnliche Radkonstruktion patentiren, welche in der Zeitschrift „The Gardeners' Chronicle and Agricultural Gazette" vom 18. Februar 1871, S. 213 abgebildet und beschrieben ist.

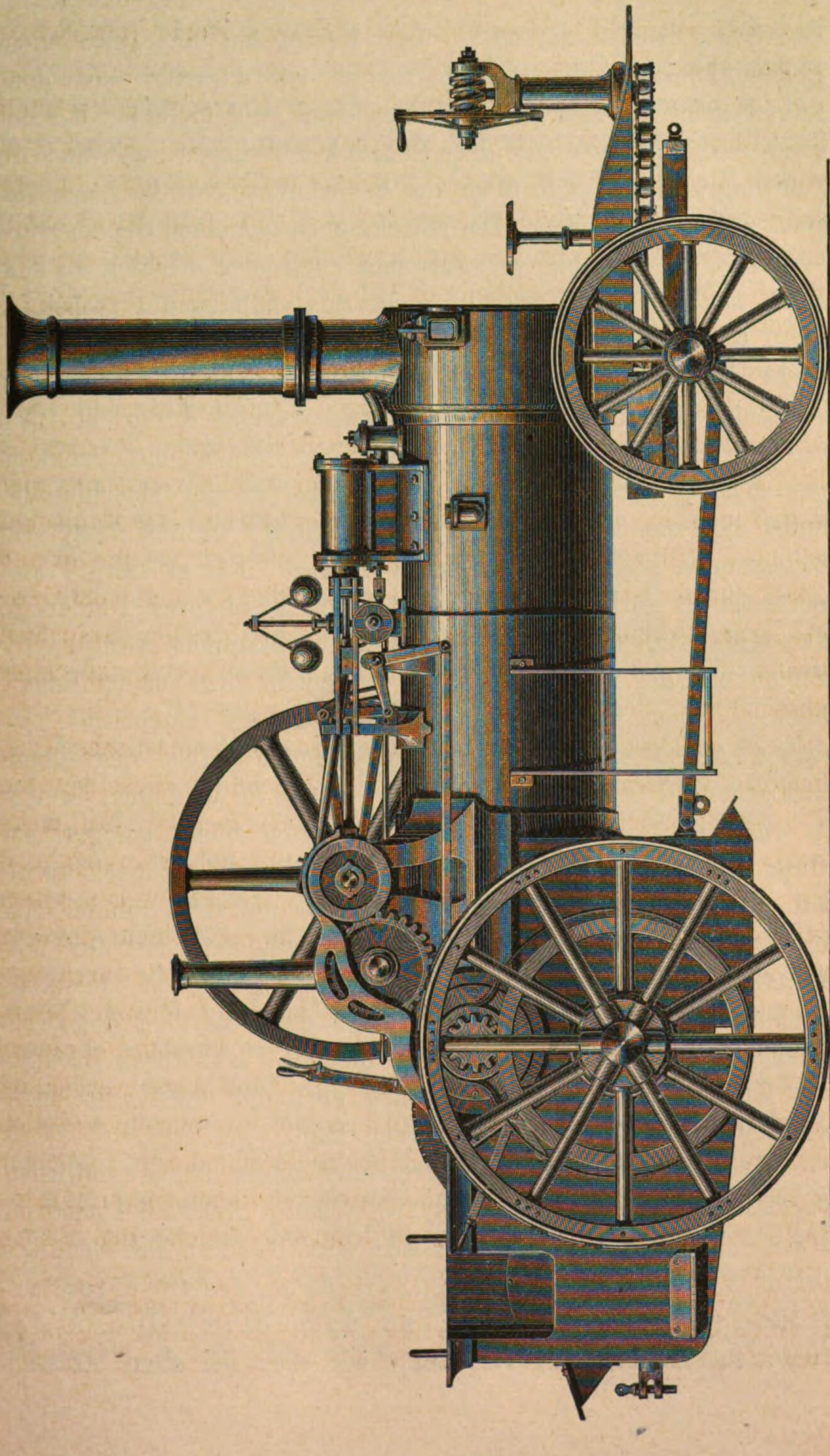


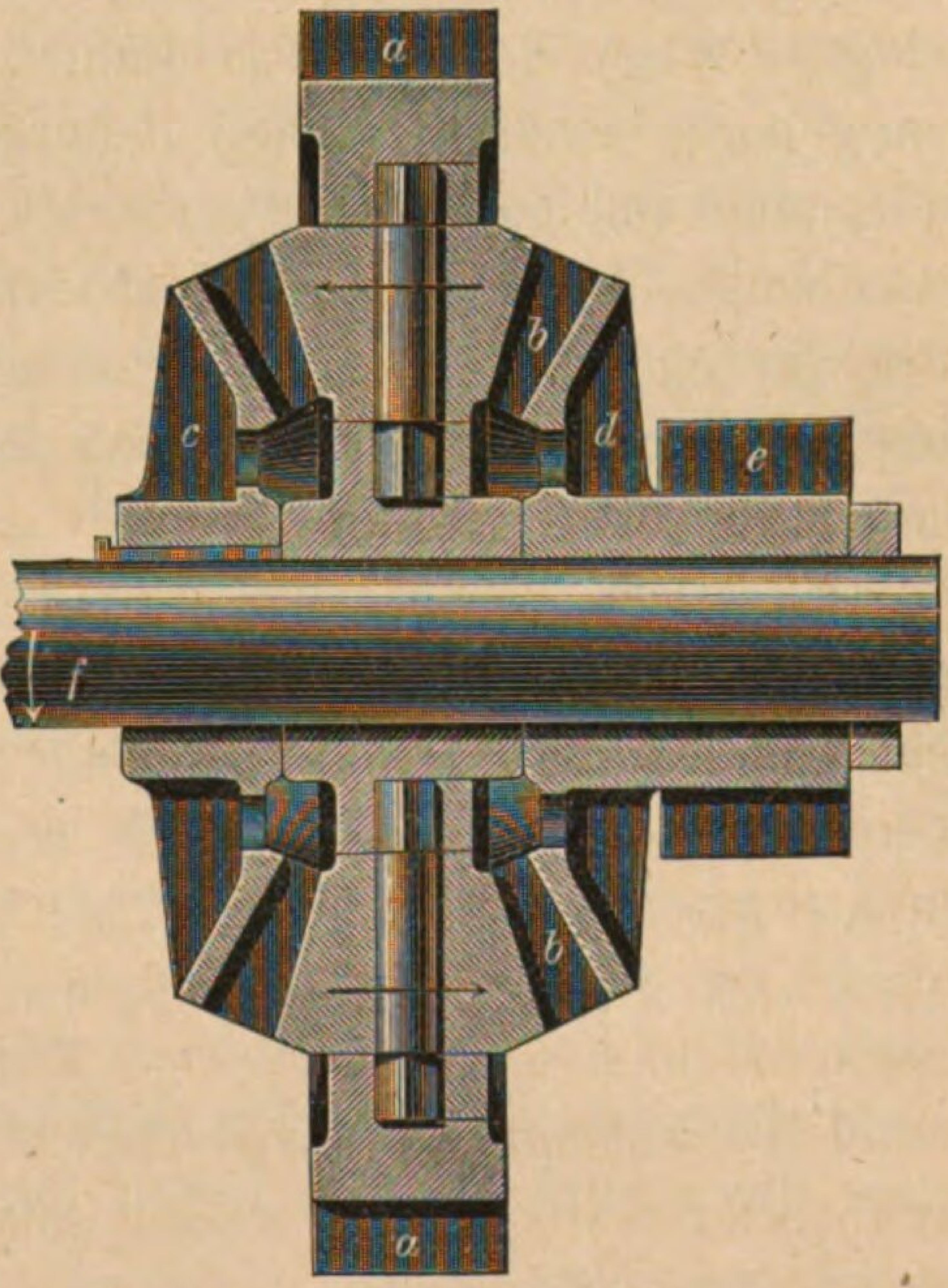
Fig. 23.

der Seitenansicht darstellt. Der Kessel hat die gewöhnliche Lokomotivform; die Dampfmaschine ist derartig auf demselben montirt, dass der Cylinder oder zwei Cylinder bei den stärkeren Maschinen auf dem Röhrenkessel liegen, während die Schwungradwelle sich über der Feuerbuchse, in kräftigen Lagern ruhend, befindet. Die Maschine ist mit einer Umsteuerung versehen, um beliebig vorwärts und rückwärts arbeiten zu können. Ein vom Führerstande leicht zu handhabender Hebel, in einer Koulisse wie bei den Lokomotivsteuerungen geführt, bewirkt die Umsteuerung. Die Uebertragung der Bewegung von der Schwungradwelle auf die Triebräder erfolgt durch ein Stirnradvorgelege und ein Differentialgetriebe, welche mit Deckkappen gehörig geschützt sind. Unmittelbar an der Maschine befindet sich ein Tender zur Aufnahme eines, freilich nicht sehr bedeutenden Wasser- und Kohlenvorrathes. Für grössere Transporte ist es nothwendig, dass noch ein besonderer Tender für diese Materialien an der Maschine angekuppelt werde. Die Einlenkung der Maschine erfolgt von einem Sitze vor der Rauchbuchse. Dem Steuermann zur Hand ist ein Kurbelrad, auf dessen Achse sich eine Schnecke befindet. Das eingreifende Schneckenrad setzt eine vertikale Spindel in Drehung, welche in einer, auf der Vorderplatte befestigten Säule gelagert ist. Diese nimmt gleichzeitig die Lagerung für die Schneckenwelle auf. Unter der Plattform befindet sich auf der Spindel eine Kettenscheibe, von welcher eine Kette nach der, mit der Vorderachse verbundenen und um den Schlussnagel derselben drehbaren Scheibe führt, welche somit das Untertheil des Drehschemels bildet. Es ist leicht zu ersehen, wie durch Drehung des Kurbelrades die Achse beliebig nach der einen oder anderen Richtung hin eingelenkt werden kann.

Das erwähnte Differentialgetriebe bildet die wesentlichste Eigenthümlichkeit der Clayton'schen Strassenlokomotiven. Dasselbe bewirkt, dass jedes der beiden Triebräder beim Fahren in einer Kurve den hierzu erforderlichen Weg zurücklegt, so dass kein Gleiten des inneren Rades stattfindet, wie dies bei allen Strassen-

lokomotiven ohne derartige Einrichtung der Fall ist. Die Detailkonstruktion dieses Getriebes geht aus Figur 24 hervor. Lose auf der Zwischenwelle befindet sich das Zahnrad *a*, welches mit dem Zahnrade auf der Schwungradwelle in Eingriff steht. In dem Rade *a* sind zwei Zapfen radial und fest eingesetzt, auf welchen sich zwei konische Räder *b* befinden. Dieselben nehmen also an der Umdrehung von *a* Theil, sind jedoch ausserdem im Stande, sich frei um ihre Achsen zu drehen. Beide Räder stehen mit den auf der Welle *f* befindlichen konischen Rädern *c* und *d* in Eingriff, von denen *c* fest, *d* lose auf der Welle aufgesetzt ist. Mit letzterem ist das Zahnrad *e*, welches in ein, auf der anderen Fahrradachse befindliches Rad eingreift, aus einem Gussstücke gefertigt.

Fig. 24.



Da der Widerstand, welchen beide Triebräder erleiden, beim normalen Fahren in gerader Richtung ein gleich grosser ist, so wird keine Drehung der kleinen Räder *b* erfolgen; es drehen sich vielmehr diese Räder mit dem Stirnrade *a* und dem Rade *c* lediglich um die Welle *f*, und zwar mit gleicher Winkelgeschwindigkeit. Fährt die Maschine dagegen in einer Kurve, so wird das eine Triebrad, und zwar das innere, sich langsamer drehen müssen als das äussere, wenn es nicht gleitet. Hierdurch wird der Druck zwischen den Rädern *b* und *c* grösser als zwischen *b* und *d*, und es findet somit eine Drehung der Räder *b* um ihre Achsen statt. Diese veranlasst aber

gleichzeitig eine relative Verschiebung der Räder *c* und *d*, denn in beide greifen die Räder *b* ein, und eine Drehung derselben, neben ihrer absoluten Drehung mit der Achse *f*, in entgegengesetzter Richtung zu einander. Die Umdrehungsgeschwindigkeit von *c* wird also, je nachdem der Druck, welcher die Drehung der Räder *b* um ihre Achsen erzeugt hat, zwischen *c* und *b* oder *d* und *b* stattfindet, eine Veränderung der Winkelgeschwindigkeit von *c* und *d* bewirken, eines dieser beiden Räder wird demnach eine grössere Umdrehungszahl machen als das andere. Diese erhöhte Umdrehungsgeschwindigkeit ist proportional dem grösseren zurückgelegten Wege des äusseren Rades, so dass also, da von dem festen Rade *c* aus das eine Fahrrad, von dem losen Rade *d* das andere Fahrrad betrieben wird, ein Gleiten vollständig verhütet wird. Jedes Triebrad legt den der Kurve entsprechenden Weg zurück, und die ganze Reibung zwischen dem Rade und dem Boden kann zur Fortbewegung der Maschine nutzbar gemacht werden.

Diese Einrichtung ist freilich etwas komplicirt, gewährt aber einen unläugbaren Vortheil für alle Fälle, wo viele stark gekrümmte Wege zu passiren sind, bei denen sonst immer ein nicht unerheblicher Kraftverlust stattfindet. Ist die Maschine vollauf durch die angehängte Last in Anspruch genommen, so dürfte sich dieser Umstand sehr nachtheilig geltend machen.

Ueber die Leistungsfähigkeit und Preise der Clayton'schen Strassenlokomotiven liegen folgende Angaben vor:

Pferdekraft	Anzahl der Cylinder	Gezogene Last auf ebener Strasse Kilogr.	Geschwindigkeit in Kilometern pro Stunde		Gewicht der Maschine Kilogr.	Preis Thlr.
			kleine	grosse		
8	1	15000	4,5	7,8	9000	2266⅔
10	2	25000	4,5	7,8	10000	2580
12	2	40000	4,5	7,8	12000	2913⅓
14	2	50000	4,5	7,8	14000	3200

5. Die Prüfung der Dampfmaschinen durch Indikator und Dynamometer.

Bei der Beurtheilung der Dampfmaschinen in Bezug auf ihre Leistung kommt in erster Reihe die Arbeit des Dampfes in dem Dampfcylinder in Berücksichtigung. Dieselbe entzieht sich vollständig der direkten Beobachtung, und kann nur dadurch gefunden werden, dass an dem Dampfcylinder ein Spannüngsmesser, ein Manometer, angebracht werde, welches die Veränderung der Dampfspannung während des Kolbenspieles graphisch darstellt. Denken wir uns durch die Spannung des Dampfes im Cylinder einen kleinen Stempel gehoben, so wird derselbe, wenn er auf der der Dampfwirkung entgegengesetzten Seite entsprechend belastet ist, einen Weg zurücklegen, welcher proportional der Dampfspannung ist. Bewegt dieser Kolben oder seine Verlängerung einen Zeiger oder Bleistift auf einem Papierstreifen, so wird eine Linie gezeichnet werden, welche ihren höchsten Punkt da erreicht, wo der Dampf, welcher den Kolben in die Höhe treibt, die höchste Spannung besitzt. Wird nun gleichzeitig der Papierstreifen rechtwinklig zur Achse des Kolbens, also seitwärts, bewegt, und zwar proportional der Bewegung des Dampfkolbens, so wird die Linie eine Kurve bilden, welche die wirklich vorhandene Dampfspannung an jeder Stelle des Kolbenlaufes darstellt. Hierdurch ist man im Stande, die Kraftleistung der Maschine zu berechnen, wie in der Folge gezeigt werden soll. Ein auf diesem Principe beruhender Messapparat heisst ein Indikator.

Mittelst desselben ist man allein im Stande, ein klares Bild von der Wirkung des Dampfes in der Dampfmaschine zu gewinnen, die richtige und ökonomische Verwendung desselben zu prüfen, und etwa vorhandene Fehler, welche schliesslich immer einen Mehrverbrauch an Dampf, also an Brennmaterial, zur Folge haben, zu beseitigen.

Trotzdem man erst in neuerer Zeit den Indikator zur Prüfung der Dampfmaschinen allgemeiner benutzt, so ist derselbe doch schon von James Watt, freilich in sehr einfacher Form

angewendet worden.[1] In späterer Zeit wurde derselbe von Mac Naught vervollkommnet, und so bequem und leicht anwendbar hergestellt, dass seine Benutzung sich mehr und mehr verbreitete. Der Mac Naught'sche Indikator ist in der Völkers'schen Schrift: Der Indikator, Anleitung zum Gebrauch desselben bei der Prüfung von Dampfmaschinen, Berlin 1863, ausführlich beschrieben worden, welche Arbeit viel zur Verbreitung des Instrumentes beigetragen hat. Späterhin construirte der Engländer Richards einen vortrefflich brauchbaren Indikator, welcher in neuester Zeit fast alle anderen Systeme verdrängt hat. Auf diesen soll nun hier speciell Bezug genommen werden.[2]

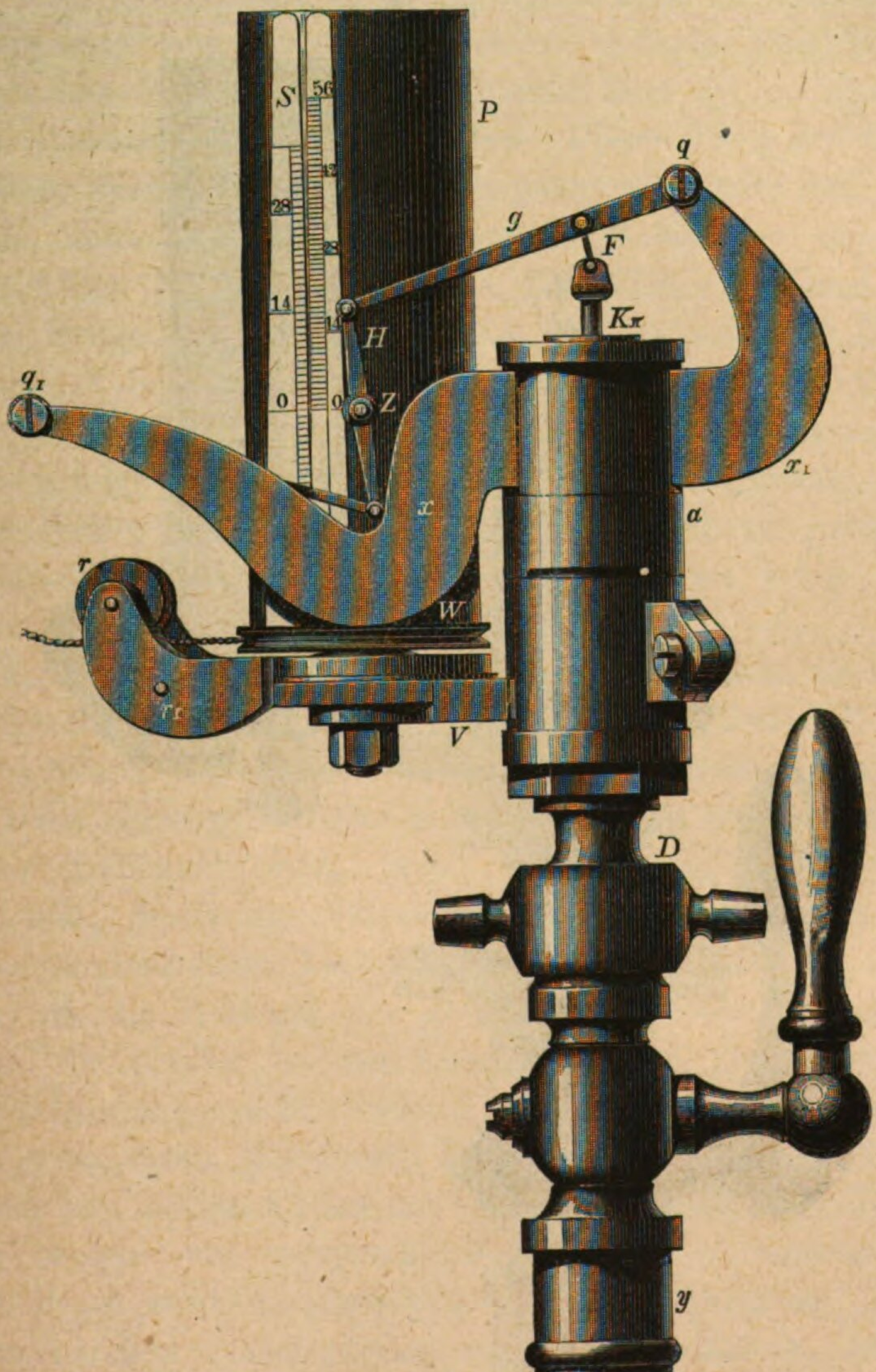
Fig. 25 und 26 geben eine Seitenansicht und einen Längendurchschnitt des Richards'schen Indikators. In der cylindrischen Röhre a befindet sich ein kurzer, sorgfältig ausgedrehter Cylinder K, in welchem sich der dampfdicht schliessende Kolben k_1 bewegt. Der Querschnitt des Kolbens beträgt etwa 5 Quadratcentimeter. Der Kolben k_1 trägt die Kolbenstange k_2, welche in dem oberen Deckel von a geführt wird. Zwischen dem Kolben und dem Deckel befindet sich die Spiralfeder t, die je nach dem mittleren Dampfdrucke, unter welchem der Indikator arbeiten soll, justirt ist. Das obere Ende der Kolbenstange ist durch ein Kugelgelenk F und eine kleine Lenkerstange mit dem Hebel g verbunden, welcher ebenso wie der Hebel g_1 an dem doppelarmigen Hebel H angreift. q und q_1 sind die Drehpunkte der Hebel g und g_1, welche an den Armen x und x_1 angebracht sind und zur Gradführung des im Mittelpunkte des Hebels H befestigten Bleistiftes Z dienen. Die Arme xx_1 sind um den Cylinder a drehbar, wodurch ein leichtes Anpressen und Abheben des Bleistiftes von dem

1) Dieser älteste Indikator ist in Prechtl's Encyklopädie, Band III. Seite 656 und in Weissbach's Ingenieur- und Maschinenmechanik, Band II. Seite 1089 beschrieben und abgebildet.

2) Eine genaue Beschreibung des Indikators befindet sich in der Schrift: Der Indikator und seine Anwendung mit specieller Beziehung auf den Indikator nach Richards von P. H. Rosenkranz. Berlin 1868. Ich habe dieselbe für die obige Darstellung mehrfach benutzt.

Cylinder *P* ermöglicht wird. Letzterer, der Papiercylinder, ist ebenfalls auf einem Seitenarme *V* des Cylinders *a* drehbar angebracht.

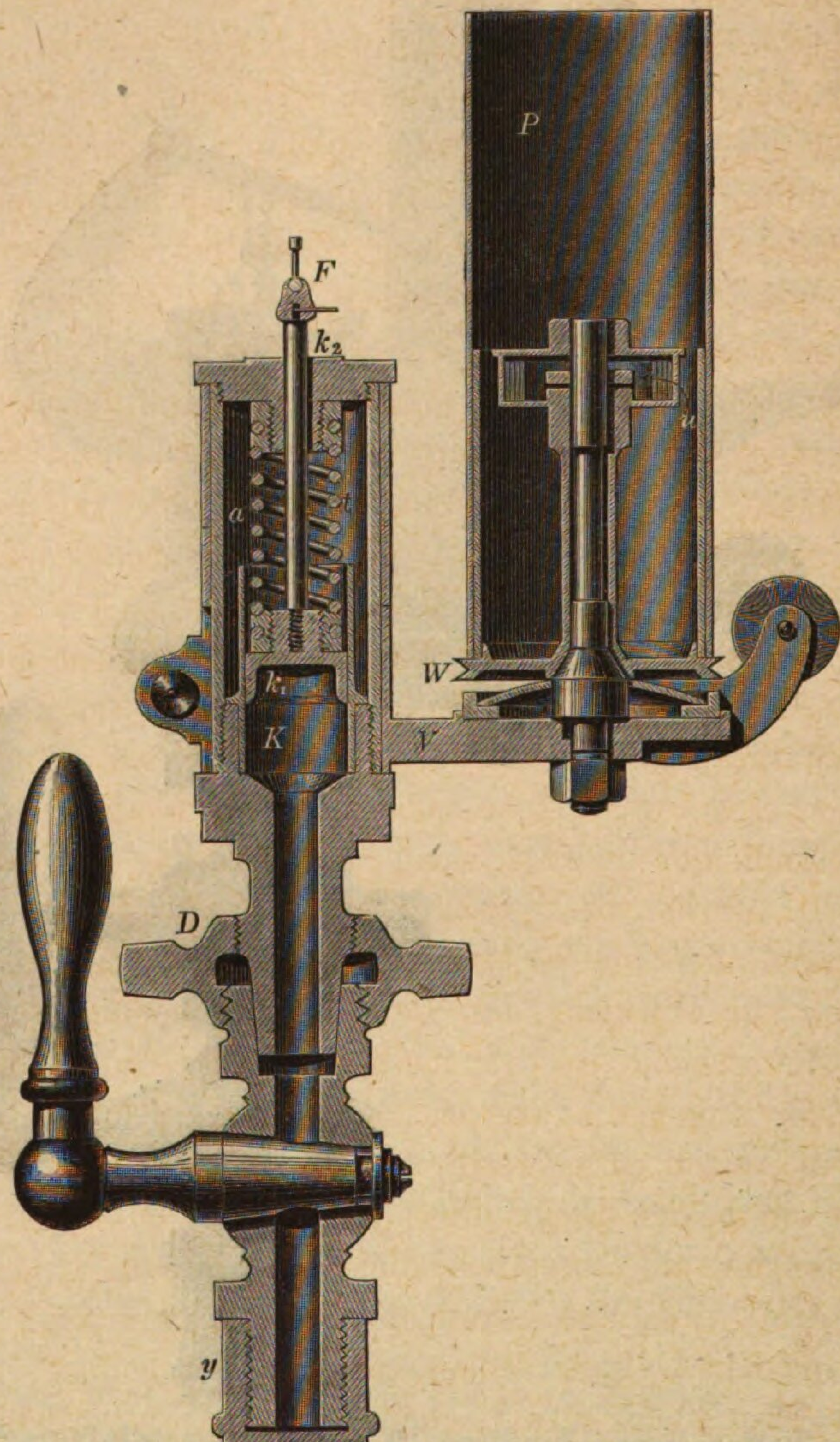
Fig. 25.



Die Schraubenverbindung D, eine Differentialverschraubung mit grobem und feinem Gewinde, gestattet, den Apparat in jeder Position im Kreise festzustellen, wodurch die Aufstellung desselben häufig wesentlich erleichtert wird.

Der Cylinder *P* ist mit Papier umspannt, so dass der Stift *Z* eine sichtbare Linie auf demselben darstellt. Er ist

Fig. 26.



um seine Achse drehbar und mit einer Spiralfeder *u* armirt, welche den Cylinder selbstthätig in seine ursprüngliche Lage zurückführt. Auf dem Cylinder ist eine Skala *S* ange-

bracht, an welcher die der jedesmaligen Stellung des Stiftes *Z* entsprechende Dampfspannung unmittelbar abgelesen werden kann. Eine zweite Skala giebt die Spannungen für eine zweite, dem Apparate beigegebene und einem anderen Dampfdrucke entsprechende Feder an. Der Nullpunkt liegt da, wo sich der Stift im Zustande der Ruhe befindet. Dieser Theil des Cylinders bleibt demnach von dem aufgespannten Papiere frei.

Am unteren Ende des Cylinders *P* befinden sich eine Schnurscheibe *W* und zwei kleine Leitrollen rr_1, deren Stellung im Kreise beliebig veränderlich ist, so dass eine Ueberführung der Schnur, welche die Drehung des Cylinders bewirkt, von beliebiger Seite erfolgen kann. Die Bewegung der Schnur erfolgt in einer, den lokalen Verhältnissen angepassten Weise durch die Kolbenbewegung der zu prüfenden Dampfmaschine, so dass der Papiercylinder bei jedem Hube der Maschine einen Hin- und Hergang macht.

Für das Auswechseln der Papierstreifen, welche die Zeichnung des Diagrammes aufnehmen, kann der Cylinder *P* leicht von dem Statife abgenommen werden; die Papierstreifen werden in 2 Falzen eingelegt, welche neben der Skala angebracht sind.

Der Indikator wird, wenn die Prüfung vorgenommen werden soll, durch die Verschraubung *y* mit der einen Seite des Dampfcylinders in Verbindung gebracht. Will man untersuchen, ob die Wirkung des Dampfes auf beiden Seiten des Kolbens die gleiche ist, so muss auf jeder Seite desselben ein Indikator angebracht werden, oder man verbindet den Indikator, um einen Mittelwerth des Dampfdruckes zu erhalten, mit einer von beiden Enden des Cylinders abgezweigten Dampfleitung, welche mit entsprechenden Hähnen zu versehen ist. In der Regel wird man genöthigt sein, zur Anlegung des Indikators in dem Cylinderdeckel ein Loch zu bohren, und bei stehenden Maschinen direkt, bei liegenden durch ein eingeschraubtes Kniestück den Indikator aufzusetzen. Die Verbindung des Indikators mit dem Dampfcylinder darf nur durch sehr kurze Röhren erfolgen, damit keine zu bedeutende Abkühlung des Dampfes in der Leitung stattfinde, die Dampfspannung

unter dem Indikatorkolben demnach die gleiche sei wie unter dem Arbeitskolben.

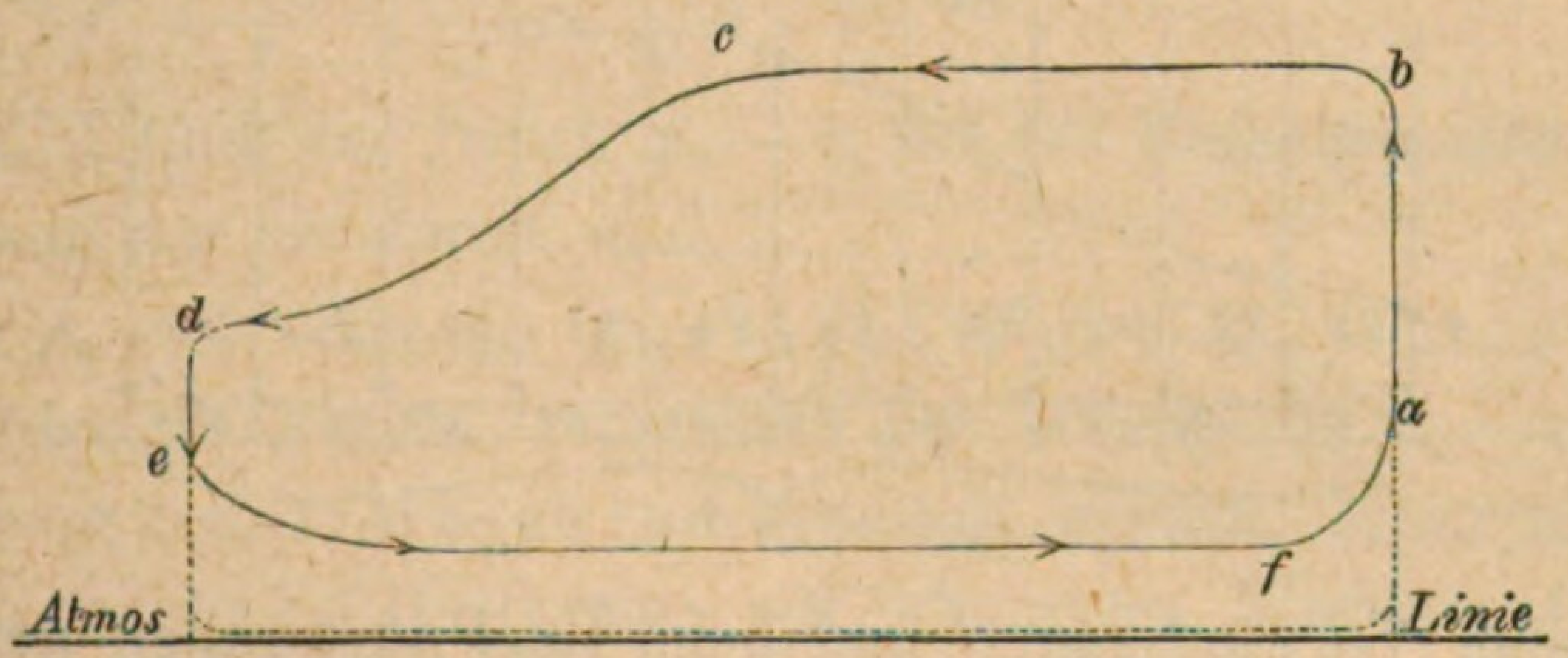
Die Bewegung des Papiercylinders wird bei liegenden Dampfmaschinen, die wir hier vornämlich berücksichtigen, am passendsten von der Kolbenstange oder dem Kreuzkopfe abgeleitet. Hierzu wird die um die Schnurscheibe des Papiercylinders gelegte Schnur mit demjenigen Theile verbunden, dessen Hub gleich der nöthigen Umdrehung des Papiercylinders ist; jedoch darf die Drehung nicht zu weit gehen, weil anderenfalls Stösse entstehen oder ein Reissen der Schnur stattfindet. Nur hierdurch erlangt man es, dass das auf dem Papierstreifen dargestellte Diagramm ein vollständiges und geschlossenes wird. Es kann vorkommen, dass man zur Verkürzung des Hubes ein einfaches Hebelwerk einschalten und einige Führungsrollen für die Schnur anbringen muss; derartige Anordnungen ergeben sich jedoch leicht aus den lokalen Verhältnissen und bieten in ihrer Aufstellung zumeist keine Schwierigkeiten dar. Rosenkranz giebt a. a. O. Beispiele dieser Bewegungsübertragungen für Dampfmaschinen verschiedener Konstruktion, welche für die meisten Fälle als Grundlage dienen können.[1]

Als Grundlage für das Diagramm dient die atmosphärische oder Null-Linie, d. h. diejenige gerade Linie, welche entsteht, wenn der Stift ohne einen anderen als den atmosphärischen Druck auf beiden Seiten des Indikatorkolbens zu haben, auf dem sich um seine Achse drehenden Papiercylinder schreibt. Wird dagegen der Stift durch den Dampfdruck unter dem Kolben bewegt, so entsteht, wenn die Bewegung des Papiercylinders mit dem Wege des Dampfkolbens korrespondirt, das sogenannte Kolbendiagramm. Es ist dieses eine Figur, bei welcher, wenn die horizontale, die atmosphärische Linie, die Abscisse bildet, jede zugehörige Ordinate die Dampfspannung im Cylinder angiebt. Ein derartiges Kolbendiagramm hat im Allgemeinen die in Fig. 27 dargestellte Form. Durch die ein-

1) Einen sehr einfachen Mechanismus zur Uebertragung des Kolbenhubes auf den Indikator, konstruirt von Otto Schlick in Dresden, geben die Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für Hannover, Jahrgang 1871, S. 35 und Taf. II.

gezeichneten Pfeile ist die Bewegung des Bleistiftes dargestellt. In den beiden todten Punkten an dem Ende des Hubes ist die Richtung der Indikatorkurve direkt aufsteigend oder abfallend, d. h. die Dampfspannung ist im Zunehmen oder Abnehmen begriffen. Ist die Kurve parallel der Nulllinie, also horizontal, so bedeutet dieses, dass die Dampfspannung während des betreffenden Kolbenweges konstant geblieben ist. Dieser Fall tritt ein, während der Dampf aus dem Schieberkasten in den Cylinder einströmt und ebenso beim Rückgange des Kolbens während des Ausblasens des Dampfes. Fällt dagegen die Kurve, so bedeutet dieses, dass an der entsprechenden Stelle des Kolbenweges die Dampfspannung abnimmt. Es findet dieses namentlich statt, wenn der Dampf expandirt, wodurch die Spannung successive

Fig. 27.

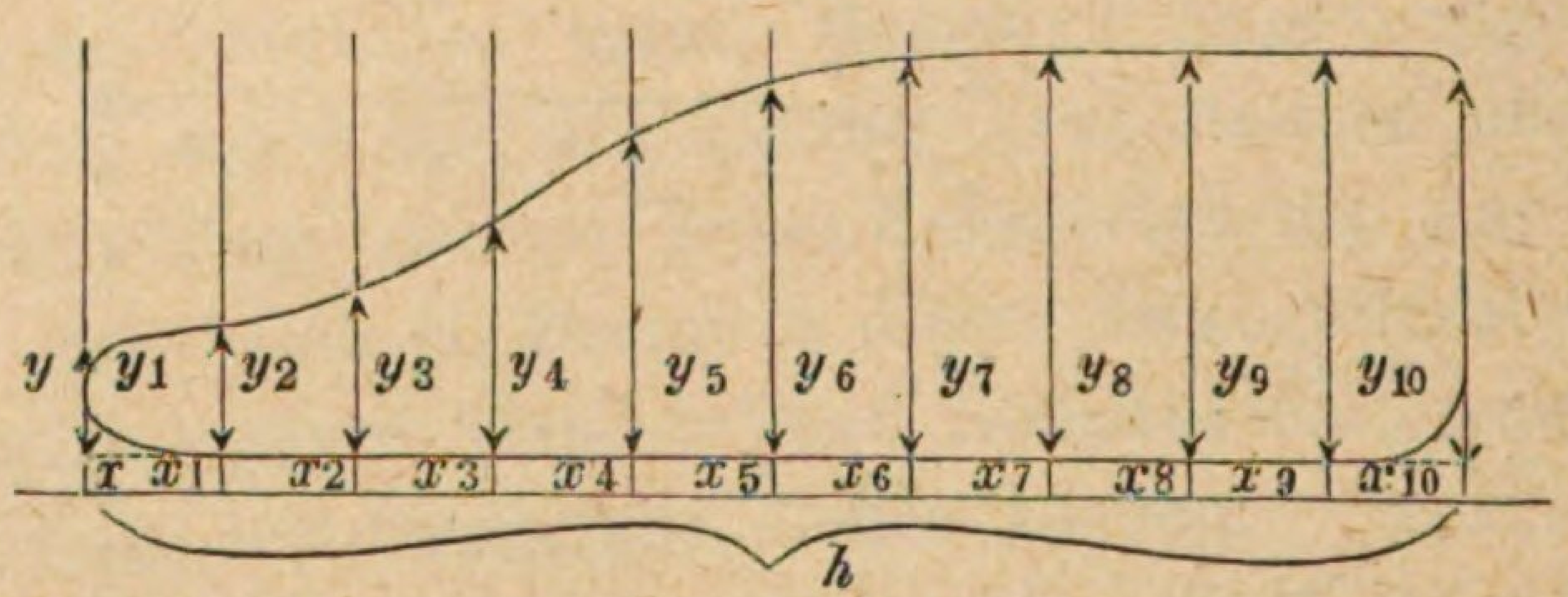


geringer wird, und ferner beim Beginne der Oeffnung des Austrittskanales. Fig. 27 zeigt das normale Diagramm einer Hochdruckdampfmaschine mit Expansion; die Strecke von *a* bis *b* ist die Periode, in welcher der Dampf seine Wirkung beginnt, von *b* bis *c* bleibt der Dampf in konstanter Spannung, von *c* bis *d* expandirt derselbe, von *e* bis *f*, d. h. beim Rückgange des Kolbens zeigen die Ordinaten den konstant bleibenden Gegendruck an, während von *f* bis *a* die Kompression des Dampfes eintritt. Man unterscheidet demnach die Admissionsperiode (von *a* bis *b*), die konstante Dampfperiode (von *b* bis *c*), die Expansionsperiode (von *c* bis *d*), die Gegendrucksperiode (von *e* bis *f*) und endlich die Kompressionsperiode (von *f* bis *a*). Wäre

kein Gegendruck vorhanden, so würde die Linie in der Gegendrucksperiode bis auf die Nulllinie herabsinken.

Um nach der gewonnenen Indikatorkurve die dynamische Leistung der Dampfmaschine zu finden, theilt man die Basis h, welche dem Kolbenhube entspricht, in eine gerade Anzahl gleicher Theile (Fig. 28), wobei man sich zumeist einer dem Apparate beigegebenen, bequemen Theilvorrichtung bedient, welche entsprechend der Länge h eingestellt werden kann. Von den Theilstrichen zieht man Ordinaten, rechtwinklig auf die Nulllinie, und berechnet, nachdem man die jeder Ordinate entsprechende Dampfspannung in dem Diagramme notirt hat, die durchschnittliche wirksame Dampfspannung vor und hinter dem Kolben, d. h. den mittleren Werth der Dampfspan-

Fig. 28.



nung beim Vorwärtsgange und beim Rückwärtsgange des Stiftes. Man bedient sich hierzu am besten der Simpson'schen Regel.[1] Bezeichnen bei einer Eintheilung des Diagrammes in 10 gleiche Theile y, y_1, y_2 bis y_{11} die Ordinaten, und hat man die Werthe derselben in Pfunden ausgedrückt, so ist die mittlere Dampfspannung

$$p_0 = \frac{S_1 + 4\,S_2 + 2\,S_3}{30},$$

wenn

$$S_1 = y_1 + y_{11},$$
$$S_2 = y_2 + y_4 + y_6 + y_8 + y_{10},$$
$$S_3 = y_3 + y_5 + y_7 + y_9$$

ist.

1) Ueber die Entwicklung der Simpson'schen Regel siehe Weissbach's Ingenieur- und Maschinenmechanik, Bd. I, S. 48.

Ebenso würde nach der Kurve in der Gegendrucks- und Kompressionsmethode der Gegendruck a zu finden sein; es ist

$$a = \frac{T_1 + 4\ T_2 + 2\ T_3}{30},$$

wenn

$$T_1 = x_1 + x_{11},$$
$$T_2 = x_2 + x_4 + x_6 + x_8 + x_{10},$$
$$T_3 = x_3 + x_5 + x_7 + x_9$$

ist.

Bezeichnet d den Durchmesser des Dampfkolbens, h den Kolbenhub und n die Anzahl der Umdrehungen pro Minute, so ergiebt sich, unter Einsetzung der durch die direkte Messung gefundenen Werthe des Druckes p_0 und des Gegendruckes a die Leistung der Maschine in Pferdekräften:

$$L = \frac{\pi d^2\ h.\ 2n.}{4.\ 60.\ 75}\ (p_0 - a).$$

wobei d, h und der Druck $p_0 - a$ auf das Einheitsmaass (Meterkilogramm) zu reduciren sind.

Ist $p_0 - a$ während der Arbeit der Maschine gemessen worden, so muss nunmehr der Werth von $p_0 - a$ beim Leergange der Maschine ermittelt werden. Hierbei erhält man ein anderes Diagramm mit kleineren Werthen für den Druck $p_0{}^1 - a^1$, aus welchem sich durch Einsetzung dieser Werthe in die Leistungsformel der Werth

$$L^1 = \frac{\pi d^2\ h.\ 2n.}{4.\ 60.\ 75}\ (p_0{}^1 - a^1)$$

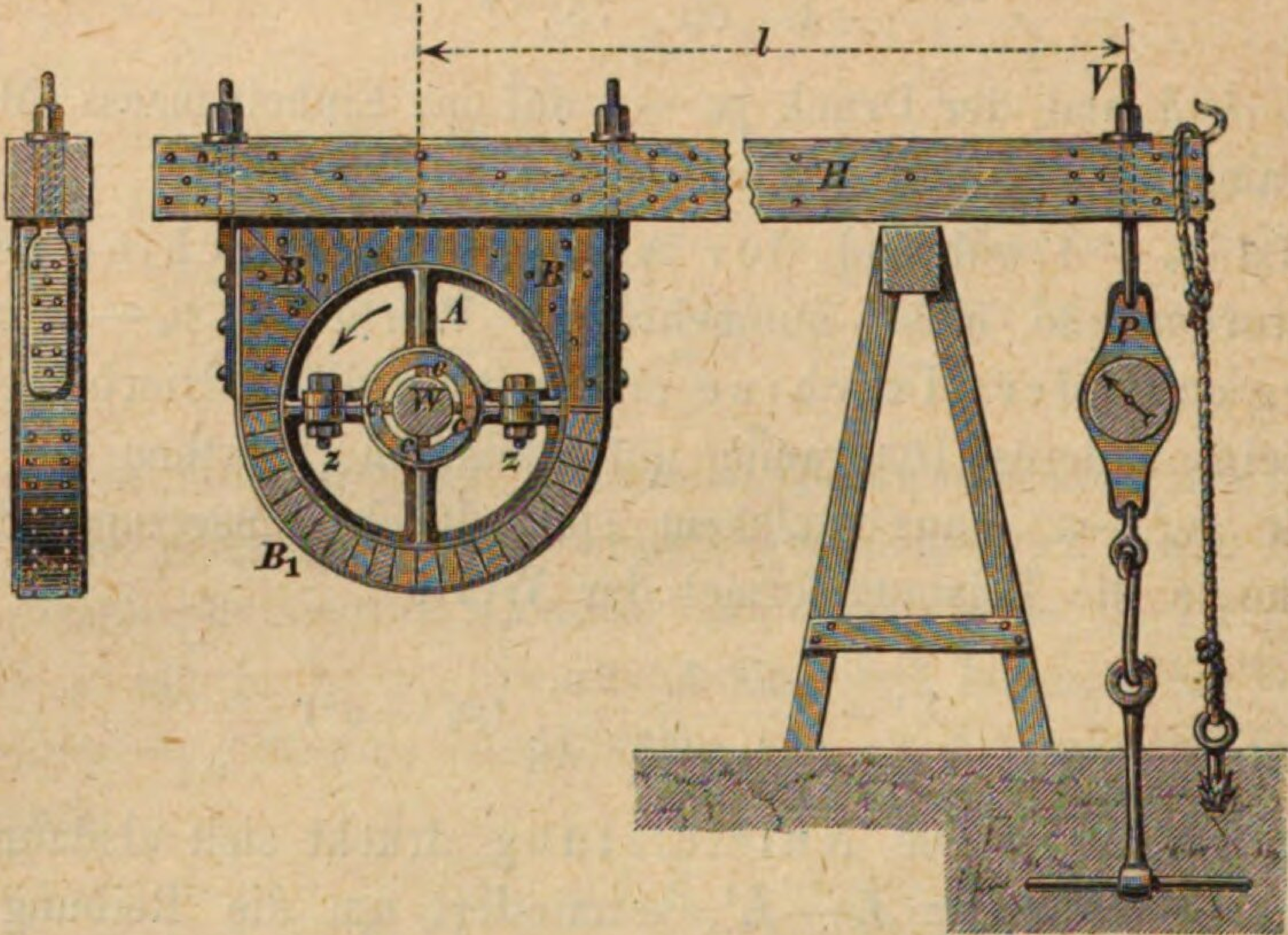
bestimmen lässt. Die Nutzleistung drückt sich alsdann aus durch die Differenz $L - L^1$, vermindert um die Reibung der bewegenden Maschinentheile. Misst man diese Reibung an der Schwungradwelle, so wird die gewonnene Differenz gleich der Arbeit dieser Welle sein, und diese Arbeit ist es zumeist, welche man bei einer Dampfmaschine ermitteln will.

Die Messung der Arbeitswiderstände einer rotirenden Maschine erfolgt mittelst des Bremsdynamometers oder

Prony'schen Zaunes,[1] eines Apparates, welcher die Arbeit einer Maschine durch Reibung absorbirt und diese Reibung misst. Bei der Aufnahme von Indikatorkurven muss demnach, wenn die Leistung der Dampfmaschine während der Arbeit derselben ermittelt werden soll, ein Bremsdynamometer angelegt werden, da man nur in diesem Falle im Stande ist, die Grösse der geleisteten Arbeit zu bestimmen. Die hierdurch gefundene Leistung, in Pferdekräften ausgedrückt, nennt man die Bremspferdekräfte im Gegensatze zu den Indikatorpferdekräften; die Differenz zwischen beiden ergiebt den totalen Reibungsverlust der Maschine.

Ein zweckmässig konstruirtes Bremsdynamometer[2] ist in Fig. 29 dargestellt. Auf der Schwungradwelle, deren Arbeit

Fig. 29.



gemessen werden soll, befindet sich eine Scheibe *A*, welche mit einer Bremse umgeben ist. Die untere Hälfte derselben wird durch ein gebogenes schmiedeeisernes Band B_1 gebildet, welches

1) Eine gründliche Abhandlung über die Bremsdynamometer enthält Prechtl's technologische Encyklopädie Bd. IV, S. 506 und Bd. XXII, S. 603.

2) Rosenkranz, a. a. O. S. 46.

inwendig mit Holzstücken ausgefüttert ist. Darüber liegt die volle Backe *B*. Das schmiedeeiserne Band endigt in zwei Schrauben, welche durch den Hebel *H* hindurchgezogen sind. Mittelst der Schraubenmuttern können die beiden Backen gegen einander angezogen werden. Dieselben sind derartig geschnitten, dass möglichst nur Hirnholz gegen die Scheibe läuft. Der Hebel *H* ist an seinem Ende belastet; in den meisten Fällen ist hier eine Wageschale angebracht, auf welcher die erforderlichen Gewichte aufgesetzt werden. Weit bequemer ist es, wie in der Zeichnung angegeben, ein, vorher in Betreff seiner Richtigkeit geprüftes Federdynamometer *P* anzuwenden. Dasselbe wird, je nach den lokalen Verhältnissen, unter dem Hebel, wie in der Zeichnung dargestellt, oder, falls sich hier kein Befestigungspunkt finden sollte, oberhalb aufgehängt. Dabei muss man jedoch stets die Lage des Hebels der Drehungsrichtung der Welle entsprechend einstellen.

Um die Leistung der Maschine zu finden, wird der Hebel belastet und das Bremsband derartig angezogen, dass die Maschine die verlangte Umdrehungszahl macht und der Hebel horizontal steht. Alsdann ist die Leistung gleich der Reibung zwischen dem Umfange der Scheibe und den Bremsbacken. Die Berechnung der Reibung erfolgt, da diese der Belastung des Hebels das Gleichgewicht hält, aus dem statischen Momente dieses Hebels. Die Belastung desselben summirt sich aus der Spannung des Federdynamometers, bez. der Belastung der Wageschale, vermehrt um das Eigengewicht des Hebels. Dieses letztere kann im Schwerpunkte des Hebels angreifend gedacht werden, und muss mit Berücksichtigung der Hebelverhältnisse auf den Angriffspunkt der Last reducirt, also im Verhältnisse dieser Hebelsarme verkleinert werden.

Ist n die Umdrehungsgeschwindigkeit der Maschine in der Minute und l die Länge des Hebels, an welchem die Belastung P angreift, so ist die Leistung der Maschine gleich diesem Gewichte, multiplicirt mit der Geschwindigkeit, welche dasselbe annehmen würde, wenn es der Be-

wegung der Welle folgen könnte. Diese Geschwindigkeit ist in der Minute $2\pi\, n.\, l$, also in der Sekunde $\frac{\pi.\, n.\, l}{30}$; demnach ist der Nutzeffekt in Pferdekräften ausgedrückt

$$N = \frac{\pi.\, n.\, l.\, P}{30.\;\; 75.} = 0{,}00139\; n.\, l.\, P.$$

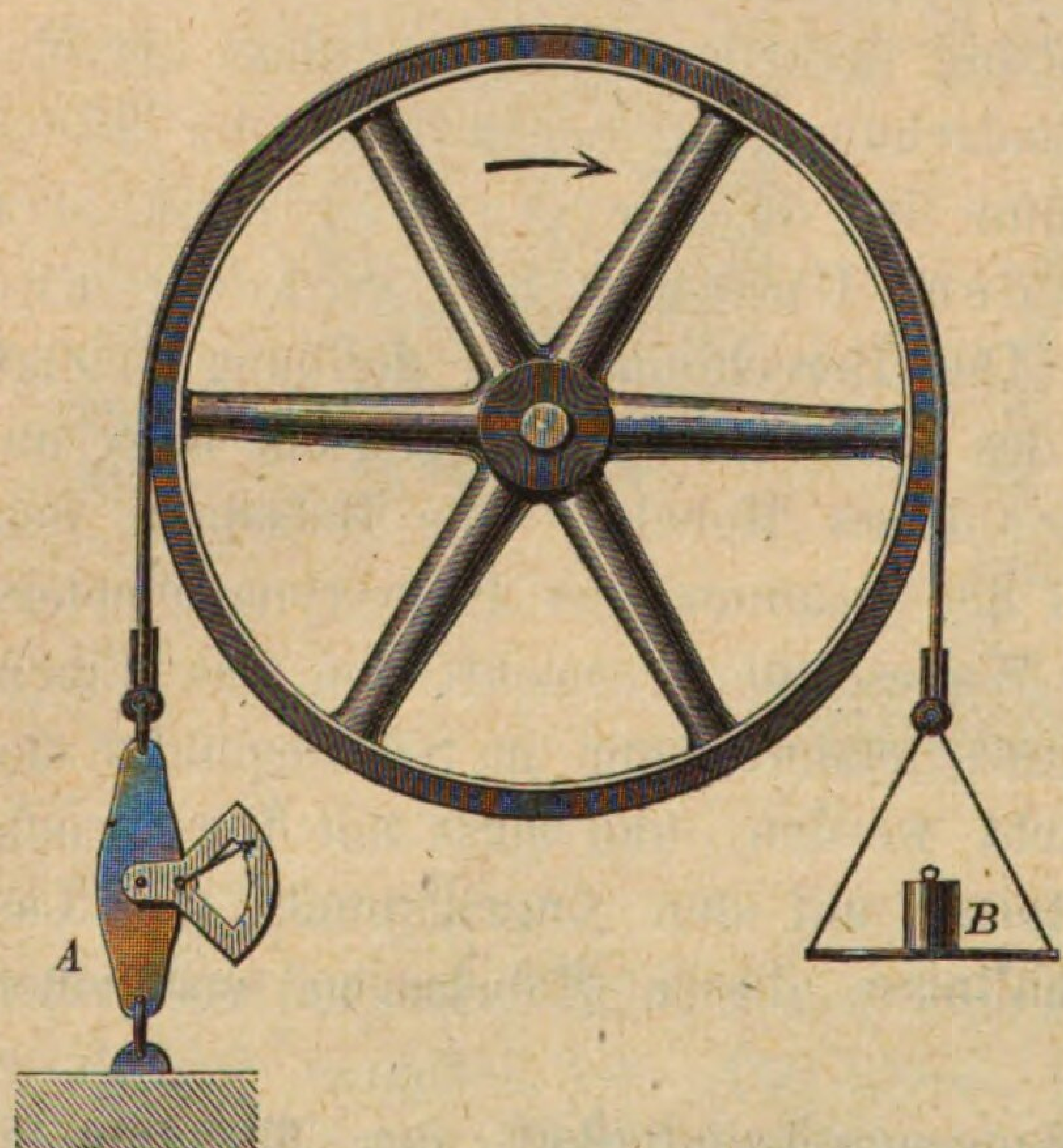
Beträgt z. B. die Umdrehungsgeschwindigkeit der Welle 80 Touren in der Minute, die Länge des Hebels 2 Meter, und die erforderliche Belastung, um den Hebel horizontal zu halten, 60 Kilogramm, so ist die Nutzleistung der Welle

$$N = 0{,}00139.\ 80.\ 2.\ 60 = 13{,}34$$

Pferdekraft.

Ein sehr einfaches, zum Messen der Leistung von Lokomobilen vielfach benutztes Bremsdynamometer ist in Fig. 30 dargestellt. Die Messung erfolgt hier unmittelbar an dem Umfange des Schwungrades der Maschine.

Fig. 30.



Um dasselbe wird ein eisernes, direkt auf der Scheibe aufliegendes oder mit Holzklötzen ausgefüttertes Band gelegt, welches auf der einen Seite im Boden, an der Achse der Maschine oder an irgend einer anderen passenden Stelle befestigt ist. Bei *A* ist das Dynamometer eingeschaltet, an welchem die Spannung des Bremsbandes abgelesen werden kann. Das Gewicht *B* erzeugt die nöthige Reibung zwischen dem Bremsbande und der Scheibe. Die Grösse dieser Belastung muss durch Versuche derartig

ermittelt werden, dass die Maschine mit der verlangten Umdrehungsgeschwindigkeit arbeitet. Die Differenz zwischen der Belastung des Federdynamometers A und der Schale bei B giebt den Werth der am Umfange des Schwungrades wirkenden Reibung an. Ist diese Differenz gleich P in Kilogrammen, n die Umdrehungsgeschwindigkeit der Welle in der Minute und r der Radius des Schwungrades in Metern, so beträgt die Leistung in Pferdekräften

$$N = 0{,}00139\; n.\; r.\; P,$$

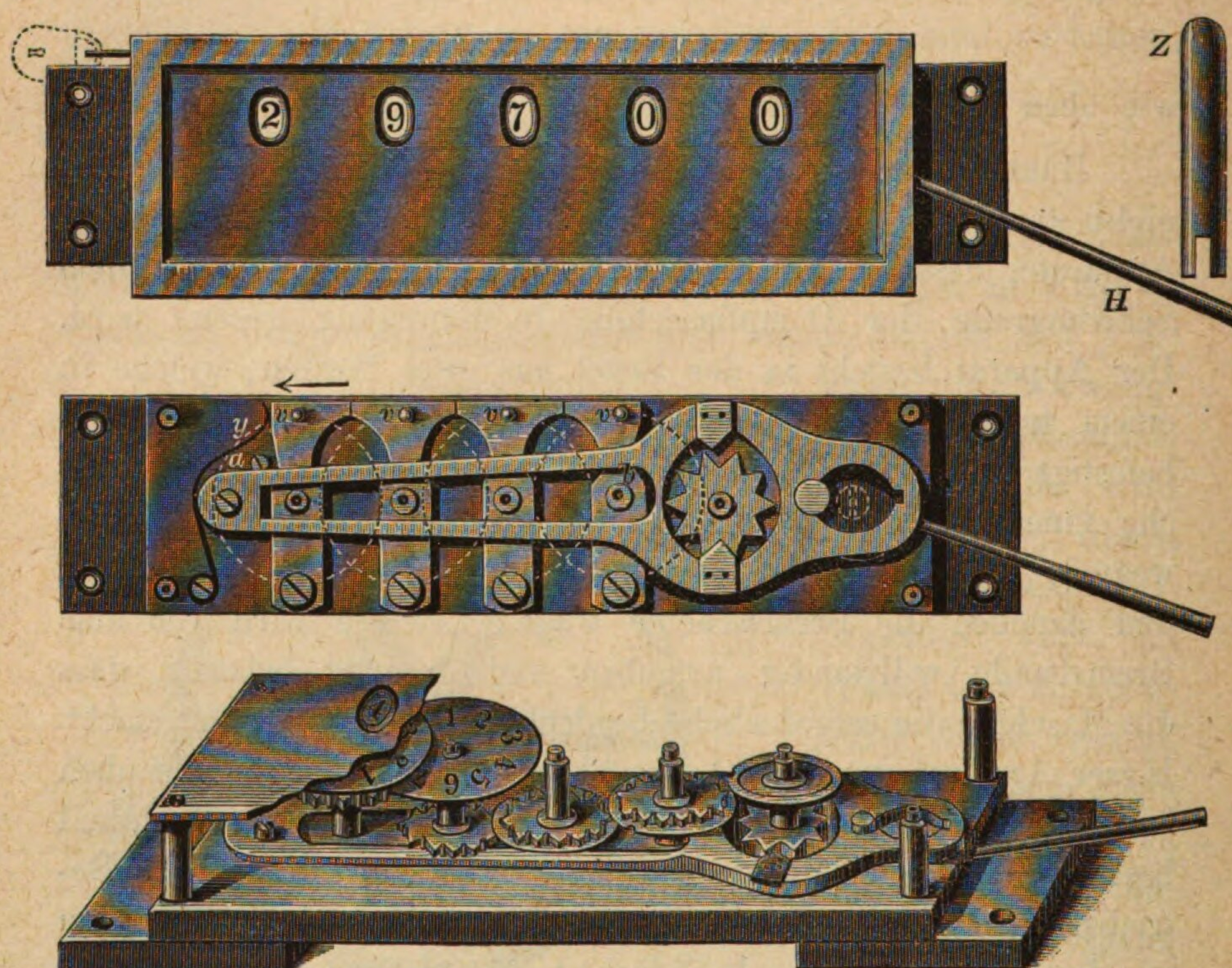
wie oben bei dem Hebeldynamometer.

Häufig nimmt man die Messung der Arbeit einer Maschine nicht unmittelbar an dieser vor, sondern in einem besonderen Apparate, dessen Welle durch eine Riementransmission von dem Schwungrade der Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Der Apparat besteht in der Regel aus zwei Böcken, welche in einem transportablen, zuweilen auf Rädern ruhenden Gestell befestigt sind. In diesen Böcken ist eine Welle gelagert, welche eine lose und feste Riemenscheibe zur Aufnahme der Bewegung von dem Motor, dessen Leistung gemessen werden soll, und daneben die Bremsscheibe trägt. Letztere wird von dem Bremsbande vollständig umgeben und derartig belastet, dass die Maschine die erforderliche Umdrehungsgeschwindigkeit macht. Dieser Apparat würde viel empfehlenswerther sein als die oben beschriebenen Bremsdynamometer, wenn er nicht den Nachtheil besässe, dass sich durch das unvermeidliche Gleiten des Betriebsriemens bei voller Anspannung der Maschine Differenzen in der Umdrehungsgeschwindigkeit der Schwungradwelle und der Bremswelle herausstellen, welche zu fehlerhaften Resultaten Veranlassung geben. Desshalb muss eine direkte Messung unmittelbar an der Schwungradwelle jedenfalls vorgezogen werden.

Von wesentlichem Einflusse auf die Resultate der dynamometrischen Messung ist die richtige Ermittlung der Umdrehungsgeschwindigkeit. Bei kurzen Versuchen zählt man die Umdrehungen direkt; es treten jedoch hierbei häufig Un-

genauigkeiten ein, welche das gewonnene Resultat modificiren.[1] Besser ist es, namentlich wenn der Brems- oder Indikatorversuch längere Zeit hindurch fortgesetzt werden soll, z. B. zur Ermittlung des Brennmaterialverbrauches der Maschine, einen Zählapparat zu benutzen, welcher sich überall mit Leichtigkeit anbringen lässt. Fig. 31 stellt einen solchen Apparat in der

Fig. 31.



Konstruktion von Schäffer & Budenberg in Magdeburg vor, welcher sich für unsre Zwecke vortrefflich eignet.[2] Derselbe

1) Hermann Weber bemerkt in einem Aufsatze im Cultur-Ingenieur, Bd. II. S. 125, dass wenn mehrere Beobachter zu gleicher Zeit zählen, stets so viel um etwas verschiedene Angaben resultiren, als Zählende waren. Ich kann dies nur aus eigener Erfahrung vollständig bestätigen.

2) Die Zeichnung ist dem trefflichen Bericht von Hermann Weber über die Maschinenprüfung zu Rostock 1870 (Separatabdruck der landwirthschaftlichen Annalen) entnommen.

dient zur Zählung von alternirenden oder rotirenden Bewegungen; in ersterem Falle wird der Hebel *H* direkt oder durch ein einfaches Gestänge mit der Maschine verbunden, wobei der Ausschlag des Hebels einen Spielraum zwischen 90 und 180° hat. Zur Zählung von Umdrehungen verwendet man die Welle *Z*, welche nach Abnahme von *H* auf der hinteren Seite des Apparates in einem entsprechenden Zapfen eingesteckt wird. Der Rädermechanismus des Zählapparates ist derartig eingerichtet, dass wenn der Hebel *H* einen Hin- und Hergang oder die Welle *Z* eine Umdrehung macht, die Achse des ersten der in einer Reihe aufgesetzten Zifferblätter $^1/_{10}$ Umdrehung macht. Das Zifferblatt besitzt eine Theilung von 10 Theilen mit Zahlen von 0 bis 9. Nach 10 Umdrehungen der Welle, wenn also das erste Zifferblatt sich einmal um seine Achse gedreht hat, wird das zweite Zifferblatt um $^1/_{10}$ Umdrehung fortgeschoben u. s. f. Nachdem dieses eine volle Umdrehung gemacht hat, das erste Zifferblatt also 100 Umgänge, wird das dritte Zifferblatt um $^1/_{10}$ fortgeschoben. Es tritt somit hier zunächst in der oberen Deckplatte des Apparates, in welcher von jedem Zifferblatte nur eine Zahl ersichtlich ist, anstatt der 0 die Zahl 1 hervor. Es leuchtet ein, dass in dieser Weise unmittelbar die Summe der gemachten Hübe oder Umdrehungen direkt abgelesen werden kann. Beginnt man den Versuch, so ist es nur erforderlich, die in dem Apparate sichtbare Zahl zu notiren, und nach Beendigung des Versuches diese von der jetzt vorgefundenen Zahl in Abzug zu bringen.

Um an einem Beispiele darzulegen, wie derartige Brems- und Indikatorversuche am besten anzustellen sind, soll hier aus dem angeführten Berichte über die Maschinenprüfung zu Rostock 1870 ein Versuch ausgewählt werden, bei welchem die Aufgabe in gründlichster Weise gelöst wurde. (A. a. O. Seite 10).

Die Indikatorprüfung erfolgte in der Weise, dass von der Maschine vier Diagramme genommen wurden, nämlich

1) ein Diagramm von der leergehenden Dampfmaschine,

2) ein Diagramm der Dampfmaschine während des Bremsversuches,
3) ein Diagramm der Dampfmaschine, während die durch sie getriebene, ebenfalls einer Prüfung unterzogene Arbeitsmaschine (Dreschmaschine) leer ging, und
4) ein Diagramm der Dampfmaschine, während die durch dieselbe getriebene Arbeitsmaschine in voller Arbeit befindlich war.

Die Rohrverbindung zwischen dem Dampfcylinder und Indikator ermöglichte, stets kurz hintereinander die beiden zusammengehörigen Diagramme von beiden Enden des Dampfcylinders zu nehmen.

Der Versuch mit der Maschine wurde in der Weise begonnen, dass man den Kessel mit Wasser von gemessener Temperatur füllte und das Gewicht des hierzu verbrauchten Wassers notirte. Sobald das Wasser im Wasserstandsglase sichtbar wurde, ermittelte man, um wie viel dasselbe stieg, während ein bestimmtes, gewogenes Quantum hinzugefügt wurde, um zu sehen, welchen Maassstab für das verbrauchte Wasser der Stand im Wasserstandsglase abgiebt. Es stellte sich hierbei heraus, dass 100 Pfund Wasser ein Steigen des Wasserspiegels von 23 bis 28 Millimeter im Wasserstandsglase zur Folge hatten, so dass angenommen werden konnte, dass das während des Bremsversuches verdampfte Wasser durch Einhalten einer Marke im Wasserstandsglase mit hinreichender Genauigkeit ermittelt wird.

Hierauf begann der Anheizungsversuch. Es wurde die Zeit und das Brennmaterial notirt, welches zur Erzielung des normalen Dampfdruckes verbrannt wurde. Nach erfolgter Anheizung wurde das Wasserstandsglas markirt.

Es wurde jetzt zu einem Probeversuche geschritten, um die beim Versuche anzuwendende Belastung des Bremsdynamometers zu ermitteln. Letzteres war nach der Seite 91 beschriebenen Konstruktion eingerichtet, und wurde durch einen Riemen von dem Schwungrade der Dampfmaschine in Betrieb gesetzt. Man ging hierbei von dem Grundsatze aus, dass die Maschine

mit geöffnetem Absperrschieber und ungefähr mit der als normal vom Fabrikanten angegebenen Tourenzahl pro Minute arbeiten müsse. Bei arbeitender Maschine wurde der Wasserstand, der hierbei bekanntlich etwas steigt, wiederum markirt. Wenn die passende Bremsbelastung gefunden war, wurde noch ein Indikatordiagramm der leergehenden Maschine genommen, darauf angehalten, sofort das Feuer gänzlich herausgenommen, und für die Dauer des jetzt folgenden Bremsversuches mit dem hierfür bestimmt zugewogenen Quantum Brennmaterial geheizt. Es erhielt die Maschine hierzu 14 Pfund Kohle pro angegebene Pferdekraft; in Anbetracht des Umstandes jedoch, dass durch das Herausnehmen des Brennmaterials die Heizung gestört wurde, und dass dabei die Feuerthür längere Zeit geöffnet bleiben musste, wodurch eine Abkühlung eintrat, wurde der Maschine zum Wiederanzünden des Feuers und zur Ausgleichung der Wärmeverluste für jede angegebene Pferdekraft ein halbes Pfund Holz zugewogen und es wurde dieses Quantum bei der Berechnung der Pferdekraft pro Stunde nicht mit in Rechnung gezogen. Sobald das Feuer wieder hinlänglich in Brand und der normale Dampfdruck vorhanden war, begann die Arbeit mit der Bremse.

Der Stand des Hubzählers an der Maschine und derjenige des Bremsapparates, der Stand der Uhr bei der ersten Umdrehung, der Manometerstand und die Temperatur des Speisewassers wurden notirt. Sobald das Dynamometer seine beabsichtigte Belastung zeigte, was nach 1 bis 2 Minuten eintrat, wurde ein Indikatordiagramm genommen. Der Wasserstand musste hierbei möglichst in gleicher Höhe gehalten werden. Der Stand des Manometers und die Temperatur des Speisewassers wurden von fünf zu fünf Minuten notirt. Das Speisewasser wurde gewogen, um aus dem Verbrauche die Verdampfungsfähigkeit des Kessels zu ermitteln.

Waren die Kohlen verbraucht und die Dampfspannung im Kessel um $^2/_3$ Atmosphären unter der normalen gesunken, so wurde der Versuch sistirt und der Stand der Uhr und der beiden Hubzähler notirt. War jetzt der Wasserstand nicht inne

gehalten, so mussten Kohlen zugewogen werden, damit der normale Wasserstand und die normale Dampfspannung erreicht werden konnten. Alsdann wurde der Wasser- und Kohlenverbrauch notirt und anstatt des Bremsapparates die Arbeitsmaschine (Dreschmaschine) mit der Lokomobile verbunden. War diese in regelrechtem Betriebe, so wurden die beiden oben ad 3) und 4) angegebenen Diagramme von der Lokomobile genommen.

Bei der Prüfung stellte sich heraus, dass nach den angestellten Berechnungen die Anzahl der Indikator-Pferdekräfte kleiner war als die der Bremspferdekräfte, während natürlich das umgekehrte stattfinden musste. Dieser Fehler wurde theils hervorgerufen durch ein Uebergewicht der Bremse auf der vom Kraftmesser abgewendeten Seite von 7 Pfund und ferner dadurch, dass die aus dem Bremsversuche ermittelten Pferdekräfte einen Durchschnittswerth angeben, während das Indikatordiagramm die in einem bestimmten Augenblicke stattfindende Leistung anzeigt. Trotz dieses unvermeidlichen Fehlers kann der Werth der Prüfung hierdurch in keiner Weise in Frage gestellt werden, nur ergiebt sich, dass eine direkte Vergleichung der Indikatorpferdekräfte mit den Bremspferdekräften nicht möglich ist.

Die zu prüfende Maschine,[1] eine Lokomobile von 8 bis 10 nominellen Pferdekräften von Robey & Co. in Lincoln, war im Wesentlichen nach der auf Taf. I dargestellten Anordnung konstruirt. In Betreff der für die Beurtheilung der Leistung in Betracht kommenden Abmessungen sei erwähnt, dass die totale Heizfläche 12,17 Quadratmeter, die totale Rostfläche 0,37 Quadratmeter betrug. Der Durchmesser des Cylinders war 23,7 Centimeter, der Kolbenhub 30,5 Centimeter.

Die Schiebersteuerung geschah mittelst eines Schiebers, jedoch war die Expansion auf eine eigenthümliche Weise variabel. Der auf der Schwungradwelle befestigte Centrifugalregulator vermochte mittelst Keile, welche auf einem quadratisch gearbeiteten

1) Wir wählen hier aus dem Prüfungsberichte die erste dort aufgeführte, welche sich durch vortreffliche Konstruktion auszeichnete, heraus.

Theile der Kurbelwelle glitten, das Excenter derartig zu verschieben, dass Hub und Voreilung desselben kleiner, daher bei gesteigerter Geschwindigkeit der Expansionsgrad der Maschine ein grösserer wurde.

Prüfungsresultate.

1) Anheizungsversuch. Vom Augenblicke des Anzündens bis zur Gewinnung des normalen Dampfdruckes von 4 Kilogramm pro Quadratcentimeter wurden 59 Minuten gebraucht, und dabei 61 Pfd. Kohlen und 8 Pfd. Holz verbrannt. Im Kessel waren 1389 Pfd. Wasser enthalten. Die Temperatur des Wassers beim Einfüllen betrug 12 Grad R.

2) Bremsversuch. Die Belastung der Bremse wurde durch Vorversuch auf 225 Pfd. (wovon 7 Pfd., wie oben bemerkt, zu subtrahiren sind) festgestellt. Bei dieser Belastung arbeitete die Maschine im Ganzen 1 Stunde und 17 Minuten, und leistete dabei 17,2 wirkliche Pferdekräfte. An Brennmaterial wurden der Maschine 112 Pfd. Kohlen sowie 4 Pfd. Holz (½ Pfd. pro nominelle Pferdekraft) zugewogen, letztere, wie oben angegeben, zur Ausgleichung der beim Herausziehen der Kohlen unvermeidlichen Wärmeverluste.

Es verbrauchte somit diese Maschine pro Stunde und Pferdekraft 5 Pfd. Kohlen.

Der Manometerstand, während des Versuches von 5 zu 5 Minuten notirt, war in Pfunden pro Quadratzoll:

55; 45; 38; 50; 54; 57; 54; 53; 55; 52; 50; 47; 53; 48; 44.

Die über die Temperatur des Speisewassers im Vorwärmer notirten Angaben sind in Graden R.

12; 13; 14; 19; 15; 16; 17; 25; 18; 18; 18; 19; 19.

Das Schwanken dieser Zahlen rührt daher, dass das Speisegefäss nicht gross genug war, um die ganze, zum Versuche nothwendige Wassermenge zu fassen. Beim jedesmaligen Einfüllen neuen Wassers sank die Temperatur des Ganzen natürlich plötzlich.

Die Gesammtzahl der Umdrehungen der Maschine betrug 10650, mit dem Hubzähler gemessen, woraus sich eine durch-

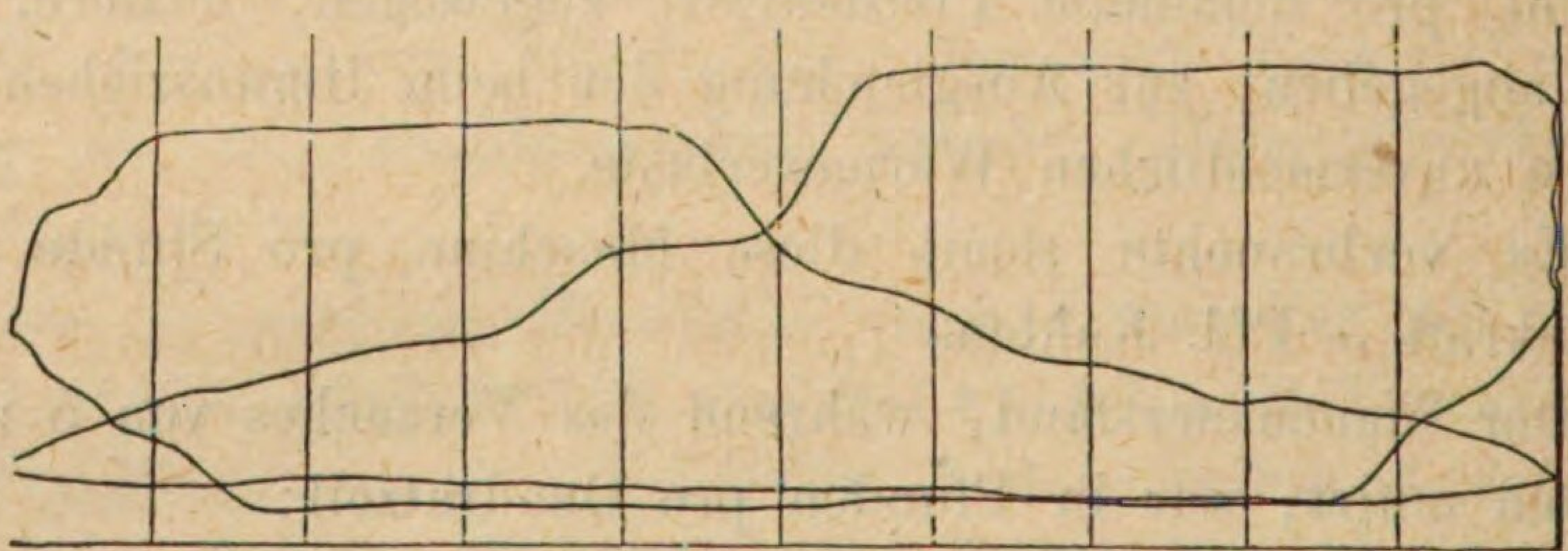
schnittliche Tourenzahl von 138 pro Minute ergiebt; die Gesammtzahl der Umdrehungen der Bremse war 12842. Nach dem Verhältnisse der Umfänge der Riemenscheiben hätte die Bremse 12920 Umdrehungen machen müssen, welche Zahl, verglichen mit der wirklichen Umdrehungszahl, einen in der Natur der Riemenübertragung zu suchenden geringen Verlust von etwa $^2/_3$ Procent ergiebt.

Das totale, während des Versuches verdampfte Wasserquantum betrug 645 Pfd., wonach der Kessel 5,76 Pfd. Wasser pro Pfd. Kohle verdampft hat. Die Maschine verbrauchte pro Stunde und Pferdekraft 29 Pfd. Wasser.

3) Indikatordiagramme.

a. Das während des Bremsversuches von den beiden Enden des Dampfcylinders genommene Indikatordiagramm hatte die in Fig. 32 dargestellte Form. Dasselbe zeigt, dass die Maschine

Fig. 32.



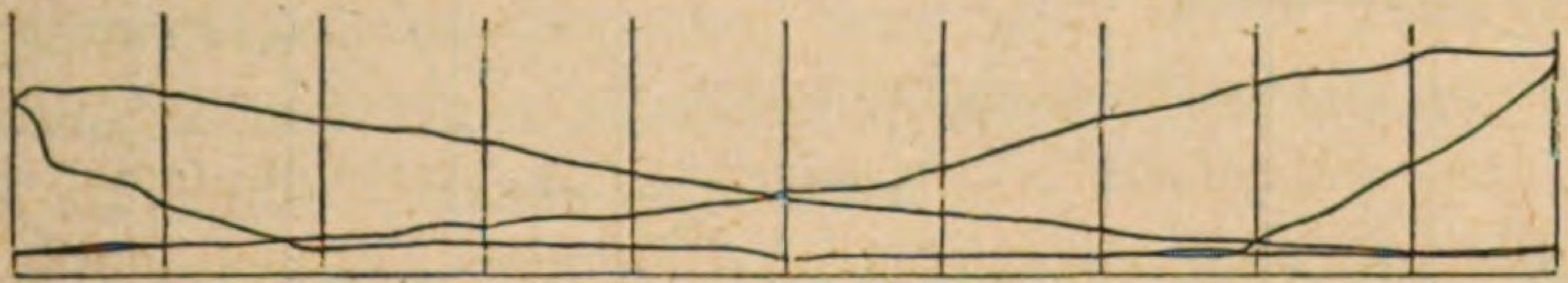
nur mit etwa $^4/_{10}$ Füllung gearbeitet hat. Uebrigens ist der Füllungsgrad dieser Maschine während der Arbeit variabel, und zwar wegen des eigenthümlichen, oben erwähnten Expansionsregulators. Derselbe ist in Folge des unregelmässigen Ganges bei Lokomobilen in steter Bewegung, und ändert den Füllungsgrad fast bei jedem Hube, selbst bei einem so konstanten Widerstande wie die Bremse der Maschine bietet. Es geht dies auch aus den Indikatordiagrammen hervor. Während von den beiden, in Fig. 32 dargestellten Diagrammen das von der hinteren Seite des Cylinders genommene weniger Füllung zeigt als das von der vorderen, so zeigt das während des Arbeitens

der Dreschmaschine genommene, weiter unten mitgetheilte Diagramm in Bezug hierauf grade das Umgekehrte.

Der aus dem Diagrammenpaare Fig. 32 berechnete mittlere nutzbare Dampfdruck ist für die beiden Seiten des Cylinders stark verschieden, nämlich für die hintere Seite des Cylinders 1,57 Kilogramm pro Quadratcentimeter, für die vordere Seite 1,86 Kilogramm pro Quadratcentimeter.

b) Fig. 33 stellt das Diagramm der leer gehenden Maschine dar. Der hieraus berechnete mittlere Dampfdruck beträgt für

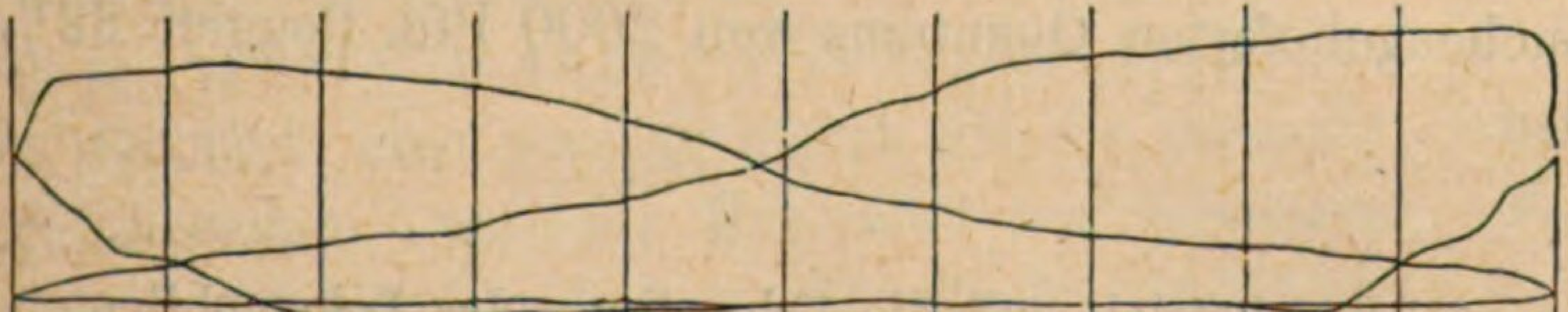
Fig. 33.



die hintere Seite des Cylinders 0,333 Kilogramm pro Quadratcentimeter, für die vordere Seite 0,41 Kilogramm pro Quadratcentimeter.

c) Das Diagramm, welches von der Maschine genommen wurde, während sie die leer gehende Dreschmaschine trieb, stellt Fig. 34 dar. Dasselbe zeigt, dass der Gang der Maschine dadurch, dass die Trommel der Dreschmaschine gewis-

Fig. 34.

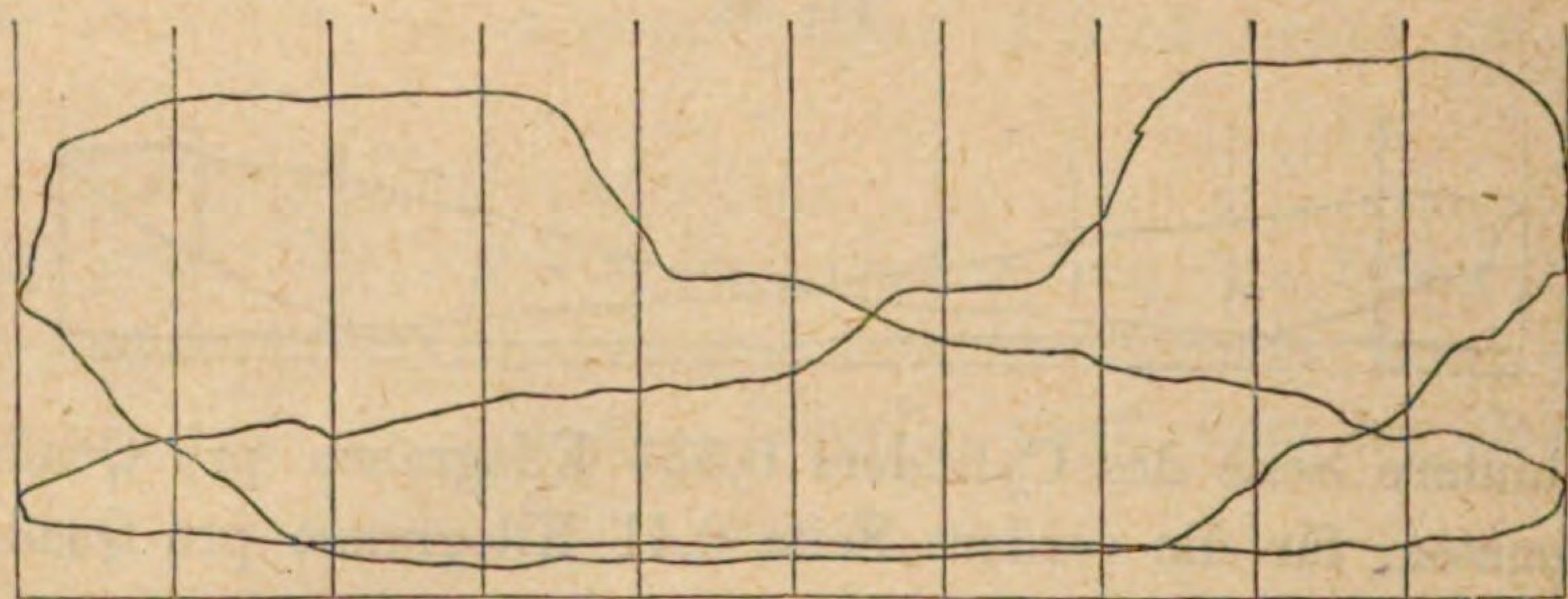


sermassen als Verstärkung des Schwungrades hinzugekommen, ein sehr gleichmässiger geworden ist. Der mittlere nutzbare Dampfdruck beträgt auf der hinteren Seite des Cylinders 0,92 Kilogramm pro Quadratcentimeter, auf der anderen Seite 1 Kilogramm pro Quadratcentimeter.

d) Das Diagramm Fig. 35 wurde von der Lokomobile genommen, während die Dreschmaschine in Thätigkeit war. Dasselbe

zeigt wiederum eine starke Verschiedenheit der Dampfvertheilung auf den beiden Seiten des Cylinders. Der Füllungsgrad beträgt für die hintere Seite etwa $^1/_3$ und für die vordere etwa $^1/_4$. Der aus dem Diagramme berechnete mittlere Dampfdruck beträgt für die hintere Seite 1,97 Kilogramm pro Quadratcentimeter, für die vordere 1,45 Kilogramm pro Quadratcentimeter. Der Dampfdruck im Kessel betrug 60 Pfd., die Tourenzahl der Maschine in der Minute c. 142.

Fig. 35.



Es geht aus diesem letzten Versuche hervor, dass die Maschine beim Arbeiten an der Dreschmaschine noch etwas mehr geleistet hat als an der Bremse. Wenn wir die wirkliche Leistung derselben zu 18 Pferdekräften annehmen, so braucht die Maschine beim Dreschen nach Grundlage dieses Versuches pro Stunde 80 Pfd. Kohlen, zum Ausdreschen des ihr beim Versuche gelieferten Quantums von 2000 Pfd. Roggen $22^1/_3$ Pfd. Kohlen.

6. Der Betrieb und die Behandlung der Lokomobilen.

Der Betrieb der Lokomobile erfordert grosse Aufmerksamkeit, nicht nur, um möglichst ökonomisch zu arbeiten, sondern auch, um etwaige Gefahren, sowohl vor Explosionen als auch vor Brandschäden zu vermeiden. Um die Mittel zur möglichsten Vermeidung dieser Gefahren zu finden, ist es vor Allem nothwendig, dass wir uns die Ursachen derselben klar machen.

a) Die Kesselexplosionen.

Ein Dampfkessel explodirt durch zu hohe Dampfspannung, welcher die Wandungen des Kessels nicht den erforderlichen Widerstand entgegensetzen. Die Ansichten, wie diese übermässige Spannung entstehen kann, gehen heutigen Tages noch sehr weit auseinander, trotzdem neuere Theorien dem Anscheine nach das Richtige in der Erklärung derselben getroffen haben. Die Schwierigkeiten in der Auffindung der Ursachen von Kesselexplosionen liegen vor Allem darin, dass häufig Kessel, bei welchen nachweislich der Betrieb ein normaler war, ebenso explodirten als solche mit vernachlässigtem Betriebe, dass also, wenn auch letzterer Umstand sicherlich die meisten Explosionen herbeiführt, er doch nicht allein die Ursache sein kann.

Die Ursachen der Explosionen und die Mittel zur Verhütung derselben sollen hier, soweit sie bis jetzt feststehen, aufgeführt werden.

1) Wassermangel. Ist das Wasserniveau im Kessel soweit gesunken, dass einzelne, auswendig vom Feuer berührten Platten vom Wasser blos gelegt werden, so treten die grössten Gefahren vor Explosion ein. Das Sinken des Wassers kann mehrere Folgen haben, welche zur Explosion führen. Die Kesselplatten, welche nicht mehr vom Wasser bespült sind, werden glühend; glühende Kesselplatten verlieren aber mehr als 5/6 ihrer Widerstandsfähigkeit, und es kann demnach eine weit geringere als die normale Dampfspannung hinreichen, um eine Explosion herbeizuführen. War die Festigkeit der Bleche im kalten Zustande 50000 Pfd., so weicht sie bei beginnendem Rothwerden auf 23520 Pfd., beim Dunkelrothwerden auf 18540 Pfd. und in der Rothglühhitze auf 8000 Pfd. Durch öfteres Rothglühen der Bleche wird ihre Elasticität bedeutend vermindert, so dass dadurch eine Explosion weit früher eintreten kann.

Wird der Kessel von Neuem gespeist, nachdem einige Platten eine höhere Temperatur angenom-

men haben, als der Dampfspannung entspricht, so tritt eine rapide Dampfentwicklung ein, welche ebenfalls leicht Veranlassung zu Explosionen geben kann. Sind die Platten glühend geworden, so kann man mit Sicherheit eine Explosion erwarten, wenn der Kessel gespeist wird, da kein Sicherheitsventil im Stande ist, die sich plötzlich entwickelnden Dämpfe sofort abzuführen.

Tritt demnach der Fall ein, dass der Wasserstand zu weit gesunken ist, dergestalt, dass bereits ein Bloslegen einzelner Theile der Heizfläche vom Wasser stattgefunden hat, so darf die Speisepumpe unter keinen Umständen in Betrieb gesetzt werden. Das Feuer ist vom Roste zu entfernen und für möglichst schnelle Abkühlung Sorge zu tragen. Sind die Bleche im Glühzustande gewesen, so muss der Kessel nach dem Erkalten einer Druckprobe unterworfen werden. Ein zu bedeutendes Sinken des Wasserstandes hat demnach stets eine Ausserbetriebsetzung des Kessels zur Folge.

Ein zu niedriger Wasserstand tritt am ehesten ein, wenn der Wasserstandszeiger durch Schlamm oder Kesselstein verstopft ist, und demnach keine oder nur eine unvollkommene Kommunikation desselben mit dem Kessel stattfindet. Zur Vermeidung und Beseitigung derartiger Verstopfungen ist es erforderlich, beim Speisen mit unreinem Wasser öfters die Hähne des Apparates, namentlich den unteren Wasserhahn zu öffnen, so dass ein Abblasen stattfindet. Ist die Verstopfung eine derartige, dass hierdurch eine Reinigung des Kommunikationsrohres nicht zu bewerkstelligen ist, so muss der Betrieb sofort eingestellt und nach Ablassung des Dampfes das Rohr oder der Hahn gründlich gereinigt werden.

Eine mangelhafte Leistung der Speisevorrichtungen giebt ebenfalls sehr häufig zum Sinken des Wasserstandes Veranlassung. Hierbei ist man freilich stets im Stande, den Zustand des Kessels zu beobachten, was bei der erstgenannten Ursache nicht der Fall ist. Versagt die Pumpe ihren Dienst, so sind die Ventile zu revidiren, und, wenn sich fremde Körper zwischen denselben und ihren Sitzen ein-

gedrängt haben, sorgfältig zu reinigen. Die Stopfbuchse ist von Neuem zu dichten, falls dieselbe im Laufe der Zeit undicht geworden sein sollte, kurz Alles zu erproben, um sobald als möglich die Pumpe wieder betriebsfähig zu machen. Das Speiseventil am Kessel darf natürlich niemals während des Betriebes geöffnet werden, weil sonst das Kesselwasser aus demselben herausgedrückt wird. Ist die Pumpe richtig konstruirt — was häufig nicht der Fall ist — so ist dieselbe in kurzer Zeit wieder arbeitsfähig zu machen; anderenfalls muss, wenn der Wasserstand bereits derartig gesunken ist, dass Gefahren entstehen können, vorläufig der Betrieb sistirt werden.[1]

2) Verstopfung der Sicherheitsventile. Die Steigerung der Dampfspannung kann nur dann die Gefahr vor Explosionen mit sich führen, wenn die Sicherheitsventile nicht im Stande sind, den über der Normaldampfspannung vorhandenen Dampf selbstthätig abzuführen. Durch eine allmälige und geringe Steigerung der Spannung findet keine Explosion statt; höchstens werden an besonders schwachen Stellen Risse entstehen, aus denen der Dampf alsdann entweicht. Am ehesten tritt die Gefahr ein, wenn die Sicherheitsventile durch mangelhafte Anordnung der Belastung oder durch Kesselsteinablagerungen festklemmen, oder wenn dieselben, was sehr häufig vorkommt, von Seiten eines unverständigen Heizers überlastet werden. Letzteres soll verhütet werden durch die Vorschrift in den meisten Kesselregulativen, wonach die Ventile zwar beliebig geöffnet, aber nicht mehr belastet werden können, als die vorgeschriebene Spannung der Dämpfe erfordert. Leider sagen die Regulative nicht, wie dies zu verhindern ist; denn der gewöhnlich angewendete verschlossene Kasten, in welchem die Belastung angebracht ist, verhindert doch unmöglich ein Ueberlasten. Der Kesselheizer findet stets Mittel, um zu den

1) Das Ingangsetzen der Handpumpe, falls die durch die Maschine betriebene Pumpe versagt, ist meistens Zeitverschwendung, da diese in der Regel verrostet und undicht ist. Die Ventile schliessen nicht dicht, da dies nur bei Ventilen möglich ist, welche regelmässig in Arbeit sind. Die Handpumpe ist lediglich des Kesselregulatives wegen erforderlich.

inneren Theilen zu gelangen, und es hat der Verschluss nur den Nachtheil, dass man die Ueberlastung nicht gewahr werden kann. Je freier und sichtbarer die Hebel der Sicherheitsventile angebracht sind, desto grössere Garantie hat man gegen unbefugtes Ueberlasten derselben.[1]

Um den guten Zustand der Sicherheitsventile zu prüfen, müssen dieselben häufig, und zwar mindestens täglich beim Inbetriebsetzen der Maschine, gelüftet werden, wobei man sich alsdann von dem regelrechten Zustande derselben überzeugt.

3) Das Ansetzen von Kesselstein in starken Schichten kann ebenfalls leicht Veranlassung zu Explosionen geben. Besonders bei den schwer zu reinigenden Lokomobilkesseln ist dieser Umstand ganz besonders zu berücksichtigen. Hat sich im Kessel bereits eine bedeutende Schicht Kesselstein angesetzt, so bekommen die Platten durch Ueberhitzung leicht Risse, und verbrennen, da sie nicht mehr vom Wasser berührt werden, sondern durch die Kesselsteinschicht von diesem getrennt sind. Hierbei findet leicht ein Glühendwerden der Platten statt, da den Blechen die Wärme nicht durch das Wasser entzogen wird. Dies kann sehr leicht ein Abspringen der Kesselsteinschicht zur Folge haben, und demnach das Wasser mit den glühend gewordenen Platten in Berührung kommen. Es ist nämlich das Dilatationsvermögen, d. h. die Eigenschaft der Körper, sich unter zunehmender Wärme auszudehnen, ein erheblich verschiedenes bei den Kesselblechen und dem Kesselsteine. Die Linearausdehnung beträgt bei Schmiedeeisen für 1 bis 100 Grad Celsius $^1/_{819}$, für Kesselstein etwa $^1/_{2700}$; die Differenz ist also annähernd 1 : $3^2/_3$ bei derselben Temperatur. Wird das Blech rothglühend, erhält dasselbe also eine Temperatur von 390 bis 470 Graden, so dehnt es sich um $^1/_{166}$ bis $^1/_{200}$ seiner ursprünglichen Dimensionen aus. Der darüber gelagerte Kesselstein vermag dieser Ausdehnung nicht zu folgen, wodurch ein Reissen oder Ablösen desselben stattfindet, und

1) Diese Vorschrift ist übrigens im Kesselregulative vom 29. Mai 1871 für die Länder, in welchen die Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 gilt, aufgehoben.

dem Wasser eine möglicher Weise grosse Stelle glühender Kesselwand blosgelegt wird. Es kann nun die von Leidenfrost beobachtete Erscheinung in grossem Maassstabe eintreten, d. h. das über der glühenden Kesselplatte stehende Wasser wird durch das Abstossen und Zertheilen kraterähnlich geöffnet, wobei eine so massenhafte Dampfbildung eintritt, dass das durch das Glühen geschwächte Blech nicht mehr zu widerstehen vermag, und von dieser Stelle aus die Zertrümmerung des Kessels erfolgt.

Anmerkung. Ein weiterer erheblicher Nachtheil des Kesselsteines ist das verminderte Wärmeleitungsvermögen der inkrustirten Kesselwände, durch welches der Brennmaterialverbrauch bis auf 40—50 Procent des normalen Konsums gesteigert werden kann. (Vergl. hierüber Handbuch zur Anlage und Konstruktion landwirthschaftlicher Maschinen Bd. II, S. 358).

Die Mittel zur Verhütung des Kesselsteines sind vor Allem, dass man nach Möglichkeit mit reinem, wenig mineralische Bestandtheile enthaltendem Wasser speist. Das Wasser aus stehenden Gewässern oder Flüssen ist demnach dem Brunnenwasser vorzuziehen, vorausgesetzt, dass ersteres nicht zu viele mechanisch beigemengte Verunreinigungen enthält. Ferner muss, um ein Ansetzen des in der Bildung begriffenen Kesselsteines zu verhindern, das Wasser häufig abgelassen werden, zu welchem Zwecke sich stets am tiefsten Punkte des Kessels ein Wasserablasshahn befinden muss (*t* auf Taf. I.). Dieses Ablassen erfolgt unter dem Drucke des bei der Ausserbetriebsetzung der Maschine noch vorhandenen Dampfes; hierbei wird durch die grosse Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers der in der Bildung begriffene Kesselstein losgerissen und mit dem Schlamme aus dem Kessel entfernt. Bei sehr unreinem Wasser empfiehlt es sich, dieses Abblasen alle 2 bis 3 Tage vorzunehmen.

Das Reinigen des Kessels von anhaftendem Kesselsteine muss in mehr oder minder kurzen Zeiträumen, je nach Erfordern, geschehen. Die anhaftenden Massen werden mit einem, an beiden Seiten geschärften Hammer losgeschlagen und alsdann der Kessel gründlich mit Wasser ausgekehrt. Der Hammer muss an seinen Schneiden derartig geformt sein, dass man leicht in

die Ecken des Kessels hineingelangen kann; man stellt die Schneiden zu diesem Zwecke am besten rechtwinklig zu einander. Es versteht sich von selbst, dass für das Befahren des Kessels ein hinlänglich grosses Mannloch in demselben anzubringen ist, durch welches ein Arbeiter einsteigen kann. (Mindestens 30 Centimeter breit, 36 Centimeter lang in elliptischer Form.)

Da das Reinigen des Kessels eine sehr mühsame und zeitraubende Arbeit ist, so bemüht man sich bereits seit langer Zeit, wirksame Mittel zur Verhütung des Kesselsteinansatzes zu finden; leider bisher ohne vollständig befriedigende Resultate. Man hat zu dem Ende sowohl chemisch als auch mechanisch wirkende Mittel, und zwar beide in grosser Zahl in Vorschlag gebracht. Zu den ersteren, welche theilweise sogar als Geheimmittel und zu hohen Preisen verkauft werden, dann aber sicherlich nichts werth sind, gehören in erster Reihe die Soda, welche jedoch in unreinem Zustande häufig Cyannatrium enthält und alsdann den Kessel angreift; ferner die Potasche. Wird Soda oder Potasche zu gypshaltigem Wasser gesetzt, so wird die Ausscheidung von Gyps verhindert, weil derselbe dadurch in kohlensauren Kalk umgewandelt wird, welcher sich während des Siedens als schlammiger Bodensatz abscheidet, und durch das Ausblasen entfernt werden kann. Aehnlich wie Soda und Potasche wirkt Aetznatron bez. Aetzkali; es scheidet sich hierbei nicht kohlensaurer Kalk sondern Aetzkalk aus.

Ebenso wendet man Ammoniakverbindungen, wie Salmiak, essigsaures, salpetersaures, kohlensaures Ammoniak an, theils um die Bildung des Kesselsteines zu verhindern, theils um den bereits gebildeten wieder aufzulösen. Aus dem im Kesselwasser enthaltenen kohlensauren Kalk oder Gyps bilden sich durch den Zusatz von Ammoniakverbindungen in Wasser lösliche Kalksalze, also z. B. bei Anwendung von Salmiak in Wasser lösliches Chlorkalcium und kohlensaures Ammoniak oder Chlorkalcium und schwefelsaures Ammoniak. In beiden Fällen kann sich kein fester Kesselstein

bilden. Dem Salmiak soll mit Vortheil etwas Holzessig zugesetzt werden können. Ferner ist eine Lösung von krystallisirtem Chlorbarium vorgeschlagen worden, welcher 1/5 Salzsäure zugesetzt ist. Das Chlorbarium zersetzt den im Speisewasser enthaltenen Gyps, wodurch schwefelsaurer Baryt und Chlorkalcium entstehen, und der kohlensaure Kalk wird durch die Salzsäure unter Austreibung von Kohlensäure ebenfalls in Chlorkalcium verwandelt. Es werden auf diese Weise nur schwefelsaurer Baryt, welcher sich nicht fest anlegt und das leicht lösliche Chlorkalcium gebildet.

Gerbstoffhaltige Substanzen sind in den verschiedensten Zusammensetzungen vorgeschlagen worden,[1] z. B. Abkochungen von gemahlener Eichenrinde, eichene Scheite, Sägespähne von Mahagoni und Eichenholz, Katechupräparate, die „antipetrifying mixture" von Delfosse aus gerbstoffhaltigen Substanzen mit Soda, Potasche und Kochsalz. Die Sägespähne haben den Nachtheil, dass sie leicht in die Ventile und Schieber eindringen, und dadurch den Betrieb der Maschine hindern können.

Ebenso sollen Stärkezucker, Dextrinsyrup (Winkelmann's Lithophagon) und Cichorienwurzeln die Eigenschaft besitzen, das Ansetzen festen Kesselsteines zu verhüten.

Zu den mechanisch wirkenden Mitteln sind zu rechnen die Rührvorrichtungen, welche das Wasser unausgesetzt in Bewegung hielten, bestehend aus einer Welle mit Schraubenflügeln oder mit Armen, an welchen kurze Kettenstücke aufgehängt waren. Ganz fehlerhaft und sogar nachtheilig ist es, grosse Massen sckarfkantiger Körper, wie Blechschnitzel, Steine, Nägel oder gestossenes Glas in den Kessel einzuwerfen, weil diese Körper sich bald mit den Ablagerungen mischen, und sich dann noch fester an die Kesselwand anlegen als es der Kesselstein allein thut. Vielfach wendet man Kartoffeln zur

1) Prechtl's Encyklopädie, Bd. XXII, S. 333. Ich führe die vorgeschlagenen Mittel so ausführlich auf, weil gewisse Mittel, deren Unbrauchbarkeit schon seit langer Zeit feststeht, nach bestimmten Zeitabschnitten als ganz neu wiederum empfohlen werden.

Verhütung des Kesselsteines an. Aus dem in ihnen enthaltenen Stärkemehle bildet sich ein gummiähnlicher, schleimiger Körper, welcher das Wasser trübe macht, und die niederfallenden Ablagerungen mit einer schleimigen Hülle umgiebt, so dass sich dieselben nicht fest an die Kesselwand anlegen können.

In neuerer Zeit sind mehrere Apparate konstruirt worden zum leichten Einbringen des Kesselsteinpulvers in den Kessel. Als einer der besten Apparate muss der von R. A. Wens & Co. in Berlin bezeichnet werden, bei welchem sich auf dem Kessel ein kugelförmiges, verschliessbares Gefäss befindet, in welches das in Wasser gelöste Pulver eingeführt wird. Das Gefäss steht durch ein, mit einem Hahne schliessbares Rohr mit dem Wasserraume des Kessels in Verbindung, während durch ein seitlich eingeführtes Rohr Dampf in das Gefäss geleitet werden kann. Derselbe drückt die Lösung in den Kessel hinein. Nach Schliessung der Hähne kann eine erneute Füllung des Apparates beginnen.[1] Eine ähnliche Einrichtung beschreibt Rosenkranz,[2] speciell für das Einbringen von isländischem Moos in den Kessel bestimmt, welches ebenfalls mit Wasser in einem Füllapparate eingegeben wird, dort mit dem Dampfe des Kessels gekocht, alsdann, nachdem der Dampf wieder abgestellt, in den Kessel eingeführt wird. Die Wirkung des isländischen Mooses soll theils auf dem Jod- und Bromgehalte desselben, theils auf der im Wasser suspendirten, gallertartigen Masse des Mooses beruhen. Angegeben wird, dass auf einem Kessel für circa 15 Pferdekraft täglich 1 Pfd. isländisches Moos genüge, so dass auf die Pferdekraft 33 Gramm kämen.

Unter den mechanischen Apparaten zur Vermeidung des Kesselsteines, deren ebenfalls eine grosse Zahl konstruirt sind, wäre wohl in erster Reihe das Field'sche Röhrensystem (siehe oben Seite 54) zu erwähnen, bei welchem durch die lebhafte Cirkulation des Wassers ein Festsetzen des Kesselsteines in den

1) Eine Zeichnung dieses Apparates befindet sich in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. XII, Tafel 14.

2) Ebendaselbst, S. 731.

Röhren verhütet wird. Auf einem ähnlichen Principe beruht der Popper'sche Anti-Inkrustator,[1] welcher aus einer besonderen Einlage in dem Kessel besteht. Dieselbe liegt nahe am Boden des Kessels, in einem Abstande von 4 bis 6 Centimeter von demselben, und schliesst sich der Form der Kesselkrümmung an. Sie verengt sich jedoch nach oben bis zu einem Abstande von 3 bis 3,5 Centimeter, und endigt etwas über der Linie des Normalwasserstandes. Die lebhafte, durch die Verengung des Raumes zwischen der Kesselwandung und der Einlage bewirkte Cirkulation des Wassers verhindert jede Ablagerung von Kesselstein, während dieser, als pulverige und schlammige Masse, sich im Innern der Einlage, in welcher das Wasser nahezu stagnirt, ablagert. Die Einlage kann von Zeit zu Zeit herausgenommen und von dem Schlamme befreit werden.

4) Die Korrosion der Bleche kann ebenfalls leicht zu Explosionen des Kessels Veranlassung geben. Sind die Bleche von vorn herein aus schlechtem Material hergestellt, so kann eine Korrosion derselben in kürzester Zeit eintreten; bei guten Blechen erstreckt sich die Haltbarkeit der dem direkten Feuer ausgesetzten Bleche bei Lokomobilkesseln mit vierkantiger Feuerbuchse auf 6 bis 10 Jahre, je nach dem mehr oder minder andauernden Betriebe derselben. Die meisten explodirten Kessel waren alte Kessel, deren Bleche ursprünglich eine Stärke von etwa 10 Millimeter hatten, welche im Laufe der Zeit auf 1 bis 2 Millimeter reducirt wurde. Um derartige, dünn gewordene Platten zu erkennen, ist eine häufige gründliche Revision des Kessels und in dem Zwischenraume einiger Jahre eine erneute Wasserdruckprobe vorzunehmen, auch wenn das Kesselregulativ zu letzterer nicht nöthigt. Bei einer solchen Druckprobe genügt es, wenn der Kessel mit einer, um 1 Atmosphäre höheren Spannung, als die Normaldampfspannung beträgt, gepresst wird. Am einfachsten nimmt man dieselbe vor, indem man den Kessel vollständig mit Wasser füllt, und nach entsprechender Be-

1) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. XIII, S. 423.

lastung des Sicherheitsventiles mittelst der an der Maschine angebrachten Speisepumpe noch so lange Wasser in den Kessel presst, bis das Manometer die gewünschte Spannung anzeigt.

5) Eine weitere Ursache der Kesselexplosionen kann darin bestehen, dass der Kessel bei der ersten vorzunehmenden Druckprobe bereits derartig stark gepresst wird, dass hierdurch nachtheilige Veränderungen in den Verankerungen und den Blechen des Kessels eintreten, welche in der Folge selbst bei geringeren Spannungen die Explosion herbeiführen. Leider wird durch die meisten Kesselregulative vorgeschrieben, dass jeder Dampfkessel mit dem zweifachen Betrage des dem Drucke der beabsichtigten Dampfspannung entsprechenden Gewichtes geprüft werde.[1] Die Kesselwände müssen dieser Prüfung widerstehen, ohne eine bleibende Veränderung ihrer Form zu zeigen und ohne undicht zu werden. Mir leuchtet nicht ein, warum ein Kessel, welcher mit 5 Atmosphären Spannung arbeiten soll, nicht dieselbe Sicherheit gegen Explosionen gewährt, wenn er auf 6, als wenn er auf 10 Atmosphären geprüft wird. Ich behaupte sogar, er gewährt im ersteren Falle eine grössere Sicherheit, da bei einer Prüfung auf 10 Atmosphären Veränderungen in den statischen Theilen des Kessels eintreten können, welche die Widerstandsfähigkeit desselben aufs Nachtheiligste beeinflussen und demnach in der Folge direkte Gefahren herbeiführen können. Die Sicherheitsventile sollen es ja verhindern, dass eine höhere als die nor-

1) Der § 11 des neuen Kesselregulatives vom 20. Mai 1871 bestimmt über die Druckprobe folgendes:

Die Prüfung erfolgt bei Dampfkesseln, welche für eine Dampfspannung von nicht mehr als fünf Atmosphären Ueberdruck bestimmt sind, mit dem zweifachen Betrage des beabsichtigten Ueberdruckes; bei allen übrigen Dampfkesseln mit einem Drucke, welcher den beabsichtigten Ueberdruck um fünf Atmosphären übersteigt. Unter Atmosphärendruck wird ein Druck von einem Kilogramm auf den Quadratcentimeter verstanden.

Die Kesselwandungen müssen dem Probedrucke widerstehen, ohne eine bleibende Veränderung ihrer Form zu zeigen und ohne undicht zu werden. Sie sind für undicht zu erachten, wenn das Wasser bei dem höchsten Drucke in anderer Form als der von Nebel oder feinen Perlen durch die Fugen dringt.

male Dampfspannung in dem Kessel eintritt; und wo diese nicht mehr ausreichen, um den sich plötzlich entwickelnden Dampf abzuführen, s. B. beim Glühendwerden einzelner Platten und erneuertem Speisen oder bei einem Siedverzuge (siehe weiter unten), da bleibt auch die Dampfspannung nicht bei dem doppelten der Normaldampfspannung stehen, sondern geht weiter auf 30, 40, ja 100 Atmosphären.

6) Der Siedverzug. Bei vielen Kesselexplosionen ist man zu dem Resultate gekommen, dass die oben geschilderten muthmasslichen Ursachen zu einer zweifellosen Erklärung nicht hinreichen. Kessel in durchaus normalem Zustande explodirten mit ungeheurer Vehemenz, oft in dem Momente, wo der Dampf abgeleitet wurde, sei es durch Oeffnen der Sicherheitsventile, sei es durch Anlassen der Dampfmaschine. Dufour[1] hat diese Erscheinung durch eine Theorie der Kesselexplosionen zu erklären gesucht, welche viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, jedoch noch keinesweges derartig unumstösslich feststeht, dass sie als unter allen Umständen zutreffend bezeichnet werden kann. Dufour weist darauf hin, dass das Wasser die Tendenz hat, über den Wärmegrad hinaus, bei welchem das Sieden stattfinden müsste, flüssig zu bleiben, wenn das Sieden nicht durch Erhitzen, sondern durch Druckverminderung hervorgerufen wird, also bei bereits erhitztem Wasser, dessen Temperatur wieder unter den Siedepunkt sinkt. Es entsteht hierbei ein Siedverzug, wodurch bei der geringsten Erschütterung das Gleichgewicht gestört werden kann, d. h. es kann plötzlich eine enorme, der Temperatur entsprechende Dampfmenge entwickelt werden, welche im Stande ist, den Kessel zu sprengen. Dufour macht auf die häufig bei Explosionen beobachtete Thatsache aufmerksam, dass meistens kurz vor der Explosion der Druck abgenommen hatte und geringer war als beim gewöhnlichen Gange der Maschine.[2] Bei einer grossen Anzahl von Explosionen war kurz vor denselben das Feuer

1) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, Bd. 124, S. 296.

2) Derartige Beispiele sind u. a. im Cultur-Ingenieur Bd. II S. 189 wiedergegeben.

nicht verstärkt, sondern geschwächt oder ausgelöscht worden Die Explosion ereignete sich nicht allein, nachdem der Kessel in Ruhe gekommen war, sondern nach beträchtlicher Abkühlung, während der Unterbrechung der Arbeiten, selbst des Morgens nach Unterbrechung in der Nacht. Zwischen diesen auffallenden Thatsachen und einer Anzahl zur Ermittlung der Ursache der Kesselexplosionen angestellter Versuche glaubt nun Dufour eine Beziehung gefunden zu haben, welche die ersteren hinreichend erklärt.

Wird nämlich ein Dampfkessel nicht mehr erhitzt, und findet eine Unterbrechung der Arbeit statt, so tritt er in eine Periode der langsamen Erkaltung. Das Dampfablassrohr ist geschlossen, das Feuer gelöscht und die Temperatur der ganzen Masse im Sinken begriffen. Durch die Einrichtung der Kessel muss sich der obere Theil, in welchem sich der Dampf befindet, schneller abkühlen als der untere, welcher das Wasser enthält und der Feuerung zunächst liegt. Die grosse specifische Wärme des Wassers trägt ausserdem dazu bei, die Erkaltung desselben zu verlangsamen. In dem Maasse, als der Dampf erkaltet, verdichtet er sich zum Theil; der Druck nimmt ab, und das Wasser, seine Wärme länger behaltend, muss unter diesem geringeren Drucke sieden. In vielen Fällen fährt ohne Zweifel dieses Sieden fort, nach Maassgabe, wie es die Abnahme des Druckes erlaubt; allein grade hier kann sich ein Verzug einstellen. Das Wasser ist geneigt, flüssig zu bleiben, wenn das Sieden in Folge der Druckverminderung geschehen muss. Dieser Fall wird ohne Zweifel bei Dampfkesseln äusserst selten sein; allein er ist doch möglich, und wenn sich ein Verzug von einigen Graden einstellt, so erfolgt das Sieden plötzlich, sei es von selbst, sei es in Folge einer Erschütterung von aussen. Wegen der grossen Wassermasse in einem Dampfkessel können die hierbei entstehenden Stösse ein Zerreissen des Kessels herbeiführen.

Der Streit über die Richtigkeit dieser Theorie ist noch keineswegs abgeschlossen; dieselbe musste aber hier registrirt werden, da sie von Jahr zu Jahr mehr Anhänger gewinnt.

Man hat sogar schon den Versuch gemacht, Apparate zu konstruiren, welche den Siedverzug zu verhindern im Stande sind. Hierher gehört u. a. der Stiehl'sche Explodikautor,[1] welcher dem Siedverzuge dadurch vorbeugen will, dass die denselben bedingende andauernde Ruhe des Kesselwassers durch periodische Erschütterungen gestört wird. Ueber den Werth dieses Apparates lässt sich selbstverständlich kein positives Urtheil aussprechen.

b) Verhütung von Brandschäden.

Bei verständiger Leitung können Brandschäden, durch Lokomobilen verursacht, vollständig vermieden werden. Vor Allem muss hierzu die Lokomobile mit einem zuverlässigen Funkenfänger nach der, Seite 16 besprochenen Anordnung versehen sein. Fernerhin muss der Aschenkasten ein Herausfallen brennender Kohlentheile hindern, also nach allen Seiten geschlossen und an der vorderen, welche die Registerklappe aufnimmt, derartig nach aufwärts gebogen sein, dass auch hier ein Herausfallen nicht möglich ist.

Für die Aufstellung der Lokomobile sind folgende Regeln zu beachten:

1) Die Lokomobile darf nur dann im Innern von Gebäuden aufgestellt werden, wenn der Schornstein derartig zuverlässig herausgeleitet wird, dass eine Entzündung der Balkenlage oder des Daches nicht stattfinden kann. Innerhalb solcher Gebäude, welche mit Stroh oder Schindeln gedeckt sind, darf eine Lokomobile niemals aufgestellt werden. Nur bei vollkommen feuersicherem Deckmaterial ist die Aufstellung der Lokomobile innerhalb der Gebäude zulässig; alles Holzwerk muss mindestens 30 Centimeter von dem Schornsteine entfernt bleiben. Der Raum, in welchem die Lokomobile aufgestellt ist, muss durch massive Wände von anderen Theilen des Gebäudes abge-

1) Zeichnung und Beschreibung dieses Apparates befinden sich in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. XII, S. 697.

schlossen sein; es dürfen sich in demselben keine leicht entzündlichen Gegenstände, als Stroh, Holz u. s. w. befinden.

Der Fussboden, auf welchem die Maschine steht, muss gepflastert sein.

2) Soll eine Lokomobile in der Nähe von Gebäuden im Freien arbeiten, also z. B. auf Wirthschaftshöfen, so muss dieselbe in derartiger Entfernung von den Gebäuden aufgestellt werden, dass herausgeschleuderte brennende Kohlentheile keine Entzündung herbeiführen können. Bei massiven Gebäuden genügt ein Abstand von 4 bis 5 Meter, bei hölzernen oder Fachwerkgebäuden sowie solchen, welche mit Stroh oder Schindeln gedeckt sind, ist jedoch eine Entfernung von 9 bis 10 Meter erforderlich. Bei heftigem Winde muss die Arbeit sistirt werden, wenn man nicht im Stande ist, die Aufstellung derartig zu wählen, dass der Wind die Richtung von den Gebäuden zur Maschine hat. In geschlossenen, allseitig mit Gebäuden umgebenen Höfen darf desshalb bei starkem Winde niemals gearbeitet werden.

3) Beim Arbeiten auf freiem Felde, wenn also z. B. die Lokomobile zum Betriebe der Dreschmaschine im Freien benutzt wird, muss die Aufstellung der Lokomobile bez. der Dreschmaschine eine derartige sein, dass das von den Strohschüttlern der letzteren abgeführte Stroh sich von der Lokomobile entfernt, nicht aber auf diese zukommt. Das zu dreschende Getreide darf nicht zwischen der Lokomobile und der Dreschmaschine, sondern muss zur Seite der letzteren angefahren werden; es darf sich zwischen beiden Maschinen oder in der Nähe der Lokomobile überhaupt kein Getreide befinden. Die Diemen müssen mindestens 10 Meter von der Lokomobile entfernt bleiben.

Die Feuerung der Lokomobile, d. h. die Stirnseite der Feuerbuchse, darf der Dreschmaschine nicht zugewendet sein, sondern muss sich auf der der Dreschmaschine entgegengesetzten Seite befinden. Die Aufstellung beider Maschinen muss eine derartige sein, dass der Wind von der Dreschmaschine zur Lokomobile, jedoch nicht ganz

direkt, sondern in etwas schräger Richtung geht, weil anderenfalls das Stroh nur schwer von den Strohschüttlern abgeführt werden kann. Bei sehr heftigem Winde muss der Betrieb sistirt werden.

Auch bei der Wahl des Brennmaterials ist auf möglichste Feuersicherheit Rücksicht zu nehmen. Die Steinkohle eignet sich in dieser Beziehung am besten für Lokomobilen; nach dieser folgen Coaks, Braunkohlen, Torf und Holz. In der Nähe leicht entzündbarer Gegenstände, z. B. Diemen oder mit Stroh gedeckter Gebäude, sollte kein anderes Feuerungsmaterial als Steinkohle angewendet werden. Das Anfeuern muss freilich mit einem leichter entzündbaren Material, z. B. Holz, geschehen; jedoch muss hierbei mit ganz besonderer Vorsicht verfahren werden, weil gerade beim Anfeuern, wo der Zug durch den vollständig gereinigten Rost ein sehr lebhafter ist, am ehesten Feuerschäden eintreten können.

Als die Lokomobilen zuerst Eingang in die landwirthschaftliche Praxis fanden, machten die Feuerversicherungsgesellschaften häufig Schwierigkeiten in Betreff der Fortdauer der Versicherungen; einige Gesellschaften verweigerten diese rundweg, indem sie annahmen, dass die Feuergefährlichkeit beim Betriebe der Lokomobilen eine übermässig grosse sei. Bald kamen dieselben jedoch zu der Einsicht, dass sie mit gleichem Rechte eine jede Feuerung verbieten müssten, und stellten nur gewisse, in den meisten Fällen freilich recht harte und den Verhältnissen nicht immer entsprechende Anforderungen, unter welchen sie die Versicherung zu nicht erhöhten Kosten übernahmen. Die Frage, ob in Wirthschaften, welche mit Lokomobilen arbeiten, die Zahl der Feuersbrünste zugenommen hat, vermag ich nicht zu beantworten; in England ist dies nach den Angaben Hartstein's[1] in der That der Fall. Dort wird aber nur in den seltensten Fällen ein Funkenfänger angewendet; denn die gewöhnlich über den Schornsteinen der englischen

1) Fortschritte in der englischen und schottischen Landwirthschaft von Dr. Eduard Hartstein; dritte Abtheilung, die Anwendung der Dampfkraft in der Landwirthschaft. S. 70. Bonn 1860.

Lokomobilen befindliche Blechkappe ist durchaus nicht im Stande, herausfliegende brennende Kohlentheile zurückzuhalten; im Gegentheil befördert dieselbe bei starkem Winde den Zug und demnach ein Herauswerfen der Funken. Die Versicherungsgesellschaften beschränken jedoch in England den Betrieb der Lokomobilen nicht durch Vorschriften, welche eine grössere Sicherheit zum Zweck haben.

Die Aachener und Münchener Feuerversicherungs-Gesellschaft stellt folgende Bedingungen an die Benutzung von Lokomobilen in Wirthschaften:

„Der Gebrauch der Lokomobilen ist nur mit Genehmigung der Gesellschaft gestattet. Die Gültigkeit der ertheilten Genehmigung ist an die Erfüllung folgender Bedingungen gebunden: Die Lokomobile muss

1) am Eingange und Ausgange ihres Rauchfanges mit einem Funkenfänger versehen sein,
2) ausschliesslich mit Steinkohlen geheizt,
3) mindestens 6,27 Meter von Gebäuden und Schobern (Diemen) aufgestellt,
4) auf 6,27 Meter im Umkreise von Stroh, Dünger und sonstigen feuerfangenden Gegenständen fern gehalten werden,
5) der Aschenkasten der Lokomobile muss mit Wasser gefüllt erhalten werden, und es muss neben derselben ein mit Wasser gefülltes Gefäss, in welches die Schlacken zu werfen sind, stehen.
6) die Lokomobile ist, sobald ihr Gebrauch aufhört oder unterbrochen wird, abzufahren oder zu bewachen, oder das Feuer darin zu löschen. Das Feuer herauszuziehen ist untersagt.

Wenn eine Lokomobile ohne Genehmigung in Gebrauch gesetzt, oder nach ertheilter Genehmigung eine der Bedingungen ad 1) bis 6) nicht erfüllt wird, so tritt die Versicherung vom Auffahren der Lokomobile an bis 24 Stunden nach deren Abfahren ausser Kraft.“

Einer Kritik dieser Bedingungen, namentlich der im letzten Satze enthaltenen, bedarf es sicherlich nicht.

Die Leipziger Feuer-Versicherungs-Anstalt stellt die nämlichen Bedingungen, gestattet jedoch auch die Benutzung des Coaks als Brennmaterial.

c) Der Betrieb der Lokomobile in ökonomischer Beziehung.

Die möglichste Ersparung an Brennmaterial und die gute Erhaltung der Maschine hängen ebenso sehr von der Behandlung als von der Bauart der Lokomobile ab; desshalb müssen hier die wesentlichsen Momente für die Behandlung der Lokomobilen hervorgehoben werden.[1]

Das Anfeuern der Lokomobile darf erst beginnen, nachdem der Rost von allen Kohlen- und Schlackentheilen vollständig gereinigt ist. Es darf niemals so viel Brennmaterial aufgeworfen werden, dass ein Sticken der Flammen stattfinden kann, sondern es müssen stets kleine Partieen Brennmaterial und diese in kürzeren Zeiträumen aufgegeben werden. Im Feuerraume muss stets eine lichte, möglichst helle Flamme brennen, ein Beweis dafür, dass der Luftzutritt durch die Roststäbe ein ununterbrochener und reichlicher ist. Beim Aufgeben von Brennmaterial darf die Feuerthür nur möglichst kurze Zeit geöffnet bleiben, damit keine kalte Luft in den Feuerungsraum eindringe.[2]

1) Ausführliches darüber im Handbuche zur Anlage und Konstruktion landwirthschaftlicher Maschinen, Bd. II, S. 365.

2) Man irrt übrigens gewaltig, wollte man einen unverhältnissmässig starken Verbrauch an Brennmaterial stets der schlechten Qualität desselben oder der mangelhaften Konstruktion der Feuerung zuschreiben. Ein geschickter Heizer bewirkt ganz erhebliche Ersparungen an Brennmaterial. Leider wird dieser Umstand bisher noch viel zu wenig beachtet, und demnach häufig der Fehler an ganz falscher Stelle gesucht. Ein paar Zahlen, entnommen den Resultaten einer Heizerkonkurrenz, werden dies bestätigen. Die Königliche Ackerbaugesellschaft von England veranstaltete vor Kurzem einen Versuch mit einer Lokomobile von 8 Pferdekraft, welche mit einem, dieser Arbeit entsprechenden Bremsdynamometer belastet war. Dreizehn Heizer hatten nach einander diese Maschine zu feuern und zu betreiben, wobei einem Jeden 84 Pfund Kohle mit 8 Pfund Holz geliefert wurden. Beim Beginne jedes Versuches wurde der Wasserstand vorgemerkt, und die Höhendifferenz am Ende des Versuches dergestalt in Rechnung gezo-

Die Sieder öhren müssen häufig durch Ausbürsten mittelst der Rohrbürste sorgfältig von anhaftendem Russe befreit werden, da dieser als schlechter Wärmeleiter die Einwirkung der heissen Verbrennungsgase auf die Röhren erheblich beeinträchtigt. Das Wärmeleitungsvermögen des Russes ist fast hundertmal geringer als das des Eisens; ein weiterer Widerstand

gen, dass 26 Millimeter gleich 500 Umdrehungen angesetzt wurden. Die Anzahl der meisten Umdrehungen gab den Maassstab für die Leistung des Heizers. Die Resultate waren folgende:

Heizer	Wasserstand mm.	Oelverbrauch in Unzen à $^1/_{16}$ Pfd.	Zeitdauer des Versuches Stund.	Minut.	Umdrehungszahl.
1	1,6	$1^1/_2$	1	5	8470
2	10	$1^3/_4$	1	4,9	8374
3	8	3	1	4	8243
4	8	$1^1/_2$	—	59,75	7747
5	8	$3^3/_4$	1	—	7717
6	10	$2^1/_2$	—	59,6	7618
7	20	2	1	1,25	7554
8	10	$3^1/_4$	1	1	7534
9	8	$1^1/_2$	—	57,5	7446
10	13	1	—	59	7346
11	36	2	1	—	7025
12	45	1	1	1,41	6917
13	8	$1^1/_2$	1	7,33	8885

Der Heizer Nr. 13 war ein 15jähriger Bursche, welcher von einer Fabrik von Lokomobilen gewöhnlich zum Feuern der Maschinen auf Ausstellungen verwendet wurde.

Die beste Leistung von 8885 Umdrehungen entspricht einem Kohlenverbrauche von 1650 Centnern in 250 Arbeitstagen, die schlechteste von 6917 einem solchen von 2080 Centnern, und die Differenz von 430 Centnern einem Geldwerthe von über 140 Thalern. Der geringste Oelverbrauch von 1 Unze entspricht einem Werthe von 17 Gallonen à 4,5 Liter in 250 Tagen, der grösste von $3^3/_4$ Unzen einem solchen von 65 Gallonen; die Differenz von 48 Gallonen entspricht einem Geldwerthe von über 85 Thalern.

Aehnliche Verschiedenheiten der Resultate bei Prüfungen von Heizern bestätigt die Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. VIII, S. 415. Nach dieser Quelle verdampfte ein Heizer auf das Kilogramm Kohlen nur 5,15 Liter Wasser, ein anderer dagegen an demselben Kessel 7,65 Liter, also 33 Procent mehr. Dass sich im Laufe eines Jahres diese Differenz gewaltig bemerkbar macht, bedarf keiner weiteren Ausführung.

Bei diesen Zahlen muss man noch berücksichtigen, dass dieselben, selbst die ungünstigsten, in einer Konkurrenz gewonnen wurden, dass demnach sicherlich noch viel schlechtere Resultate erzielt werden, wenn die Behandlung der Maschine in dem gewohnten, alltäglichen Schlendrian geschieht.

erwächst dadurch, dass die Wärme zunächst von den Gasen an die Russbedeckung und von dieser an die Metallwandung übergeführt werden muss. Das Ausbürsten der Röhren muss täglich vor dem Anfeuern stattfinden, und bei stark russenden Kohlen je nach Bedürfniss während der Arbeit wiederholt werden. Um dasselbe ohne Beseitigung des Feuers vorzunehmen, empfiehlt es sich, die Bürsten in der, Fig. 36 dargestellten Anordnung von temperirtem, flachem Stahldrathe anzufertigen. Dieselben werden mittelst der angedeuteten Schraube an einer eisernen Stange befestigt.

Fig. 36.



Ueber das Reinigen der inneren Kesselwandungen von Schlamm und Kesselstein, welches ebensowohl zur möglichst ökonomischen Verwerthung des Brennmaterials als zur Verhütung von Kesselexplosionen nothwendig ist, wurde bereits Seite 105 ausführlich gesprochen.

Das Schmieren der Maschine muss regelmässig und bei schnell arbeitenden Theilen mehrere Male am Tage vorgenommen werden. Die Lager der Schwungradwelle, die Excenterringe und die Köpfe der Lenkerstange müssen mit gut konstruirten und dicht schliessenden Schmiergefässen armirt sein, welche einen grösseren Vorrath von Oel aufnehmen können, und denselben mittelst eines Dochtes zu den Lagerzapfen leiten. Alle künstlichen Schmiervorrichtungen, deren Wirksamkeit häufig auf ganz unergründlichen Principien beruht, welche dem Besitzer von Maschinen als ausserordentlich sparsam anempfohlen werden, sind ohne Weiteres abzulehnen, da sie niemals ihre Funktionen so regelmässig und sicher erfüllen, als das einfache Schmiergefäss mit einer Dochtleitung.

Der Dampfcylinder und die Schieber sind mit zerlassenem Talg zu schmieren, welcher in die betreffenden Schmiergefässe

eingegeben wird. Für die Lager und Gleitstangen ist gereinigtes Klauenfett ein sehr geeignetes Schmiermaterial.

Der Maschinist muss sich häufig durch Anfühlen der Lager, Excenter und Lenkerstangenköpfe zu überzeugen suchen, ob dieselben hinlänglich mit Oel versehen sind, und beim Warmlaufen sofort schmieren. Tritt dieses Warmlaufen wiederholt und derartig ein, dass durch Schmieren keine Abhülfe geschafft werden kann, so liegt dies entweder an zu festem Anziehen der Lager oder an unrichtiger Stellung derselben. Im ersteren Falle löst man die Lagerschrauben oder Keile um ein Geringes, jedoch nur so weit, dass kein Schlottern eintritt; anderenfalls muss eine Revision und ein Nachpassen der betreffenden Theile durch einen geübten Arbeiter (Monteur) erfolgen.

Der dampfdichte Abschluss von Kolben und Schieber ist für den ökonomischen Betrieb der Maschine von grösster Wichtigkeit. Durch Undichtheiten dieser Theile kann der Dampfverbrauch ausserordentlich gesteigert werden. Das sicherste Mittel zur Erkennung mangelhaft schliessender Kolben oder Schieber ist das Indikatordiagramm, welches über diese Fehler die vollkommenste Auskunft giebt. Da ein solches nicht zu jeder Zeit abgenommen werden kann, so muss man auch noch andere Kennzeichen beachten. Ein mangelhafter Schluss des Kolbens lässt sich erkennen, wenn man den Cylinderboden abnimmt, und Dampf zwischen dem Kolben und Cylinderdeckel einführt. Es darf dieser Versuch nur mit kleinen Dampfmengen erfolgen, damit der Kolben nicht zu stark bewegt werde. Undichtheiten zeigen sich aber hierbei sofort an. Der Versuch ist selbstverständlich nur mit grosser Vorsicht anzustellen. Ein geübter Monteur erkennt auch den dichten Abschluss des Kolbens an dem Zustande der federnden Kolbenringe und ihrer Anspannung. Bei den Ramsbottom'schen Kolben (vergl. Seite 31) tritt ein undichter Abschluss nicht leicht ein, vorausgesetzt, dass die federnden Ringe die richtige, der Krümmung des Cylinders entsprechende Form haben. Bei der Nachstellung der Kolben, welche aus mehreren Theilen zusammengeschraubt sind, ist ganz besonders auf das feste Anziehen der Schrauben zu achten,

damit ein Lösen derselben nicht stattfinden kann. In diesem Falle würden die Schrauben zwischen Kolben und Deckel oder Boden gelangen und so die schwersten Schäden herbeiführen. Splinte zur Befestigung der Schrauben sollten aus diesem Grunde niemals angewendet werden.

Die Schieber werden nach längerem Betriebe häufig undicht, indem sie sich rund laufen. Sobald sie die Cylinderfläche nicht mehr vollkommen dicht bedecken, passirt stets Dampf durch dieselbe in den Cylinder. An der Indikatorkurve würde man dies sofort erkennen, indem die Expansion nur unvollkommen zur Wirkung gelangt, und der Gegendampf eine stärkere als die normale Spannung annimmt. Ebenso kann man sich aber auch leicht durch Herausnehmen der Schieber von dem Zustande der Flächen überzeugen. Beim erneuten Einsetzen derselben ist jedoch mit grösster Sorgfalt darauf zu achten, dass die richtige Stellung wieder gefunden werde. Ist man hierin nicht vollkommen sicher, so muss die Arbeit durch einen sachverständigen Techniker ausgeführt werden. Das Nacharbeiten der Flächen darf nur von einem erfahrenen Maschinenbauer ausgeführt werden.

Die Dichtung der Stopfbuchsen muss derartig sein, dass die aus den Dampfräumen führenden Stangen keinen Dampf hindurchlassen. Die einfachste und beste Packung der Stopfbuchsen geschieht mittelst geflochtener Hanfstränge, welche mit geschmolzenem Talg getränkt und möglichst fest eingepresst werden. Nachdem die Maschine einige Zeit in Betrieb gesetzt, müssen die Schrauben der Stopfbuchsen nachgezogen werden. Von den vielen Surrogaten für Hanfliderungen hat sich bisher noch kein einziges für die Dauer bewährt. Im Laufe der Zeit verbrennt die Hanfpackung, und es muss alsdann eine Erneuerung derselben vorgenommen werden. Je höher die Dampfspannung, also die Temperatur des Dampfes ist, desto schneller tritt dieser Zeitpunkt ein. Bei Dampfmaschinen, welche mit 10 Atmosphären Spannung arbeiten, sind die Stopfbuchsen nur schwer dicht zu erhalten. Das Erneuern der Packung geschieht in der Weise, dass die Reste der alten Packung mittelst eines

Hakens vollständig herausgenommen werden, und alsdann die neue Flechte eingelegt wird; es ist dies jedoch erst nothwendig, wenn durch Anziehen der Stopfbuchsenschrauben ein dichter Abschluss nicht mehr zu erzielen ist. Zuweilen genügt es jedoch, eine neue Hanfflechte auf der alten zusammengepressten aufzulegen, wodurch wiederum für längere Zeit eine Dichtung erzielt wird.

Das geeignetste Dichtungsmaterial für Flantschen sind Scheiben aus Gummi mit Hanfeinlage, etwa 3 Millimeter stark. Diejenigen Flächen, welche eine genaue Lage erfordern, z. B. der Cylinderdeckel, und solche, welche häufig ohne grösseren Zeitaufenthalt gelöst und wiederum dicht verschlossen werden sollen, also die Verschlüsse der Ventilkästen an den Pumpen, müssen aufgeschliffen und ohne Dichtungsmaterial, lediglich mit einer dünnen Talgschicht bestrichen, aufgesetzt werden.

Das Mannloch und die Reinigungsluken werden am besten durch Hanfflechten gedichtet, welche mit einer Mischung von sogenanntem rothem Kitte, d. h. Mennige, Bleiweiss und Firniss, bestrichen sind.

Die Aufstellung der Lokomobile zum Betriebe erfolgt am besten auf zwei Bohlen, welche ein Einsinken der Räder in den Boden verhindern. Zu beachten ist, dass die Achse des Kessels horizontal und das Schwungrad im Lothe stehen muss; dabei ist vor Allem auf den Stand der Arbeitsmaschine Rücksicht zu nehmen, derartig, dass beide Riemenscheiben in einer Vertikalebene liegen. Ein wiederholtes Herabfallen des Riemens lässt stets, wenn derselbe die angemessene Spannung hat, auf eine unrichtige Stellung der Maschinen zu einander schliessen.

Das Feststellen der Maschine, um dieselbe vor Erschütterungen zu behüten, erfolgt am einfachsten durch einige Holzkeile, welche vor die Räder geschlagen werden. Genügt diese Anordnung nicht, so ist die Achsenstellung der Maschine eine fehlerhafte. Alsdann mag man die Klötze mit Spannschrauben versehen oder die Räder durch Stricke gegen die Klötze fest schnüren.

Beim Transporte der Maschine, welche auf dem Felde gearbeitet hat, ist zu beachten, dass das Wasser nicht kurz vor dem beabsichtigten Transporte abgelassen werden darf, sondern erst während desselben. Anderenfalls würde der Boden leicht derartig erweicht werden, dass ein tiefes Einsinken oder gar ein Steckenbleiben der schweren Maschine zu befürchten ist.[1]

7. Die Betriebskosten der Lokomobilen und kleineren stationären Dampfmaschinen.

Die nachfolgenden Berechnungen der Betriebskosten sollen nur als Schema dienen, um danach mit Einsetzung der den jedesmaligen Verhältnissen entsprechenden Werthe eine genaue Berechnung vornehmen zu können.

Die Betriebskosten setzen sich aus folgenden Positionen zusammen:

1) Zinsen des Anlagekapitals. Dieselben werden hier zu 5 Procent angenommen.

2) Kosten der Amortisation. Man kann annehmen, dass eine sorgfältig behandelte Lokomobile bei andauerndem Betriebe eine Dauer von 10 Jahren besitzt. Die Summe, welche zum Zwecke der Amortisation abgeschrieben werden muss, beträgt demnach 10 Procent.

Die täglichen Kosten für Zinsen und Amortisation werden von der Anzahl Tage abhängen, welche die Maschine im Jahre beschäftigt ist. Streng genommen, müsste bei den weniger andauernd arbeitenden Maschinen eine längere Dauer angenommen werden, und es könnte demnach eine geringere Abschreibung eintreten. Man muss aber berücksichtigen, dass eine Lokomobile, welche nach erfolgter Arbeit in den Schuppen gefahren wird und hier längere Zeit verbleibt, oft durch Rost u. s. w.

1) Weitere Regeln über den Betrieb der Lokomobilen befinden sich u. a. bei Hartstein a. a. O. S. 98 und im Handbuche zur Anlage und Konstruktion landwirthschaftlicher Maschinen Bd. II, S. 371.

ebenso leidet als während des Betriebes. Je andauernder die Maschine in Betrieb ist, desto sorgfältiger wird sie im Allgemeinen behandelt; desshalb kann eine längere als zehnjährige Dauer auch bei den nur wenig beschäftigten Maschinen nicht angenommen werden.

Für die folgenden Berechnungen setzen wir stets einen Betrieb von 200 Tagen im Jahre voraus.

3) Reparaturen. Gut gearbeitete, mit den nöthigen Reservetheilen, namentlich doppelten Sätzen der am schnellsten auslaufenden Lagerschalen versehene Lokomobilen erfordern bei sorgfältiger und sachverständiger Behandlung nur sehr wenig Reparaturen. Man kann annehmen, dass nach fünfjährigem Betriebe eine neue Feuerbuchse eingesetzt werden muss, eine Reparatur, deren Kosten den sechsten Theil der Anschaffungssumme betragen. Dies ergiebt bei zehnjähriger Dauer pro Jahr den sechzigsten Theil oder 1,6 Procent der Anschaffungskosten. Diese Summe wird noch vermehrt durch kleine zufällige Reparaturen, z. B. Erneuerung der Wasserstandsgläser, Nachschleifen der Schieber und Ventile, Einziehen von neuen Siederöhren, Nachziehen der Radreifen u. s. w Erfahrungsmässig übersteigen jedoch die Reparaturen einschliesslich der erwähnten grösseren Reparatur die jährlichen Kosten von 2 Procent der Anschaffungssumme nicht. Dieser Betrag soll hier in Ansatz gebracht werden.

4) Brennmaterialverbrauch. Bei Prüfungen der Lokomobilen auf Ausstellungen ergiebt sich gewöhnlich ein Verbrauch an Steinkohlen pro Stunde und Pferdekraft von 7 Pfd. In der Praxis stellt sich derselbe jedoch merklich höher, und zwar aus dem Grunde, weil selten die Maschinen in so tadellosem Zustande sind und so gleichmässig und richtig geheizt werden wie bei den Prüfungen, und ausserdem das Anfeuern und der Verlust durch Abkühlung mit zu rechnen ist, welcher beim Stillstehen der Maschine entsteht. Im Durchschnitte gebraucht eine Lokomobile in gutem Zustande 8 Pfd. Steinkohle mittlerer Qualität pro Stunde und Pferdekraft. Als Durch-

schnittspreis setzen wir 1/4 Thaler pro Centner Kohlen. Bei schlechter Behandlung der Maschine kann übrigens der Konsum an Brennmaterial um das doppelte und darüber steigen. Man kann annehmen, dass 10 Pfd. Steinkohlen guter Qualität einen gleichen Brennwerth besitzen wie

18 Pfund gute Braunkohlen,
25 „ lufttrocknes Holz oder guter Torf,
35 „ leichter Torf oder Lohkuchen.

5) Kohlen- und Wasserzufuhr. Diese Position wird nur in Betracht kommen, wenn die Maschine im Freien, entfernt von dem Wirthschaftshofe arbeitet. Während sie sonst fast vernachlässigt werden kann, muss sie hier je nach der Stärke der Maschine mit 25 Sgr. bis 1 Thlr. täglich in Ansatz gebracht werden.

6) An Schmiere, Kitt, Hanf und Putzmaterial ist täglich 6 bis 10 Sgr., je nach der Stärke der Maschine, zu rechnen.

7) Der Lohn des Maschinisten kann im Durchschnitte auf 20 Sgr. für den Tag angenommen werden.

Die Durchschnittspreise der Lokomobilen betragen:

	1 Cylinder				2 Cylinder		
Pferdekraft	4	6	8	10	10	12	14
Preis Thaler	1100	1400	1650	1800	2000	2200	2500

Die täglichen Betriebskosten würden sich demnach bei 10stündiger Arbeit wie folgt berechnen:

Lokomobile von 4 Pferdekraft.

	Thlr.	Sgr.	Pf.
Zinsen	—	8	3
Amortisation	—	16	6
Reparaturen	—	3	3
Brennmaterialverbrauch	—	24	—
Schmiere etc.	—	6	—
Lohn des Maschinisten	—	20	—
Summa	2	18	—

Lokomobile von 6 Pferdekraft.

Zinsen	— Thlr.	10 Sgr.	6 Pf.	
Amortisation	— „	21 „	— „	
Reparaturen	— „	4 „	3 „	
Brennmaterial	1 „	6 „	— „	
Schmiere etc.	— „	7 „	— „	
Lohn des Maschinisten	— „	20 „	— „	
Summa	3 Thlr.	8 Sgr.	9 Pf.	

Lokomobile von 8 Pferdekraft.

Zinsen	— Thlr.	12 Sgr.	3 Pf.
Amortisation	— „	24 „	6 „
Reparaturen	— „	4 „	10 „
Brennmaterial	1 „	18 „	— „
Schmiere etc.	— „	8 „	— „
Lohn des Maschinisten	— „	20 „	— „
Summa	3 Thlr.	27 Sgr.	7 Pf.

Lokomobile mit 10 Pferdekraft (mit 1 Cylinder).

Zinsen	— Thlr.	13 Sgr.	6 Pf.
Amortisation	— „	27 „	— „
Reparaturen	— „	5 „	5 „
Brennmaterial	2 „	— „	— „
Schmiere etc.	— „	9 „	— „
Lohn des Maschinisten	— „	20 „	— „
Summa	4 Thlr.	14 Sgr.	11 Pf.

Lokomobile von 10 Pferdekraft (mit 2 Cylindern).

Zinsen	— Thlr.	15 Sgr.	— Pf.
Amortisation	1 „	— „	— „
Reparaturen	— „	6 „	— „
Brennmaterial	2 „	— „	— „
Schmiere etc.	— „	10 „	— „
Lohn des Maschinisten	— „	20 „	— „
Summa	4 Thlr.	21 Sgr.	— Pf.

Lokomobile von 12 Pferdekraft (mit 2 Cylindern).

Zinsen	— Thlr.	16 Sgr.	6 Pf.
Amortisation	1 „	3 „	— „
Reparaturen	— „	6 „	7 „
Brennmaterial	2 „	12 „	— „
Schmiere etc.	— „	10 „	— „
Lohn des Maschinisten	— „	20 „	— „
Summa	5 Thlr.	8 Sgr.	1 Pf.

Lokomobile von 14 Pferdekraft (mit 2 Cylindern).

Zinsen	— Thlr.	18 Sgr.	9 Pf.
Amortisation	1 „	7 „	6 „
Reparaturen	— „	7 „	6 „
Brennmaterial	2 „	24 „	— „
Schmiere etc.	— „	10 „	— „
Lohn des Maschinisten . .	— „	20 „	— „
Summa	5 Thlr.	27 Sgr.	9 Pf.

Die Resultate sind in folgender Uebersicht zusammengestellt:

Pferdekraft	Lokomobile mit 1 Cylinder				Lokomobile mit 2 Cylindern		
	4	6	8	10	10	12	14
	Thl.Sgr.Pf.	Thl.Sgr.Pf.	Thl.Sgr.Pf.	Thl.Sgr.Pf.	Thl.Sgr.Pf.	Thl.Sgr.Pf.	Thl.Sgr.Pf.
Tägliche Betriebskosten . . .	2 18 —	3 8 9	3 27 7	4 14 11	4 21 —	5 8 1	5 27 9
Betriebskosten pr. Pferdekraft und Tag	— 19 6	— 16 5½	— 14 9	— 13 6	— 14 1	— 13 2	— 12 8

Diese Tabelle lehrt also, dass der Betrieb der Lokomobilen in dem Maasse erheblich billiger wird als die Stärke der Maschine zunimmt.

Die Betriebskosten der stationären Dampfmaschinen können nach ähnlichen Grundsätzen berechnet werden wie die der Lokomobilen. Es kann jedoch erfahrungsmässig angenommen werden, dass die Dauer der Maschinen eine grössere ist als bei Lokomobilen, und zwar 15 Jahre; der Amortisationsbetrag wird sich demnach auf 6,6 Procent stellen. Die Reparaturen fallen ebenfalls niedriger aus, da der Kessel bei Weitem dauerhafter ist als der Siederohrkessel der Lokomobile, und die auf solidem Fundamente stehende Maschine weit weniger Beschädigungen ausgesetzt ist als diese. Im Durchschnitte werden wir 1½ Procent des Maschinenpreises für jährliche Reparaturen rechnen können.

Es sollen hier die täglichen Betriebskosten einer zwölfpferdigen Hochdruckdampfmaschine bestimmt werden, deren Anschaffungskosten einschl. Montage 2500 Thaler, mit

Schornstein und baulicher Anlage 4000 Thlr. betragen. Rechnen wir zunächst eine Arbeitsdauer von 200 Tagen wie oben, so stellen sich die Kosten wie folgt:

Zinsen, 5 Procent von 4000 Thlr.	1 Thlr.	— Sgr.	— Pf.
Amortisation, 6,6 Procent von 2500 Thlr. .	— „	24 „	9 „
Reparaturen, $1^1/_2$ Procent von 2500 Thlr. .	— „	5 „	7 „
Brennmaterial 960 Pfund Kohlen	2 „	12 „	— „
Schmiere etc.	— „	10 „	— „
Lohn des Maschinisten	— „	20 „	— „
Summa	5 Thlr.	12 Sgr.	4 Pf.

Dagegen bei einer Arbeitsdauer von 300 Tagen:

Zinsen, 5 Procent von 4000 Thlr.	— Thlr.	20 Sgr.	— Pf.
Amortisation, 6,6 Procent von 2500 Thlr. .	— „	16 „	6 „
Reparaturen, $1^1/_2$ Procent von 2500 Thlr. .	— „	3 „	9 „
Brennmaterial, 960 Pfund Kohlen	2 „	12 „	— „
Schmiere etc.	— „	10 „	— „
Lohn des Maschinisten	— „	20 „	— „
Summa	4 Thlr.	22 Sgr.	3 Pf.

In ähnlicher Weise lassen sich nach den Seite 66 angegebenen Preisen der stationären Dampfmaschinen verschiedener Stärke die Betriebskosten derselben bestimmen.

II. ABSCHNITT.

DIE DRATHSEILTRANSMISSIONEN.

II. Abschnitt.

Die Drathseiltransmissionen.

Die Anwendung der Drathseile, um rotirende Bewegungen auf grössere Entfernungen zu übertragen, datirt vom Jahre 1850, wo Hirn zuerst eine derartige Anlage in Betrieb setzte, welche 42 Pferdekraft auf 85 Meter Entfernung bei einer Geschwindigkeit der Seilscheiben von 60 Umdrehungen in der Minute übertrug. Bereits bei dieser ersten Anlage und bei bald darauf folgenden weiteren, welche die Bewegung bis auf 1000 Meter Entfernung leiteten, erwies sich durch angestellte dynamometrische Messungen, dass der für den Betrieb erforderliche Kraftverbrauch im Verhältnisse zu den Reibungsverlusten bei anderweitigen Uebertragungen auf grösseren Distancen, z. B. Gestängen oder Wellenleitungen, sehr gering ausfällt.

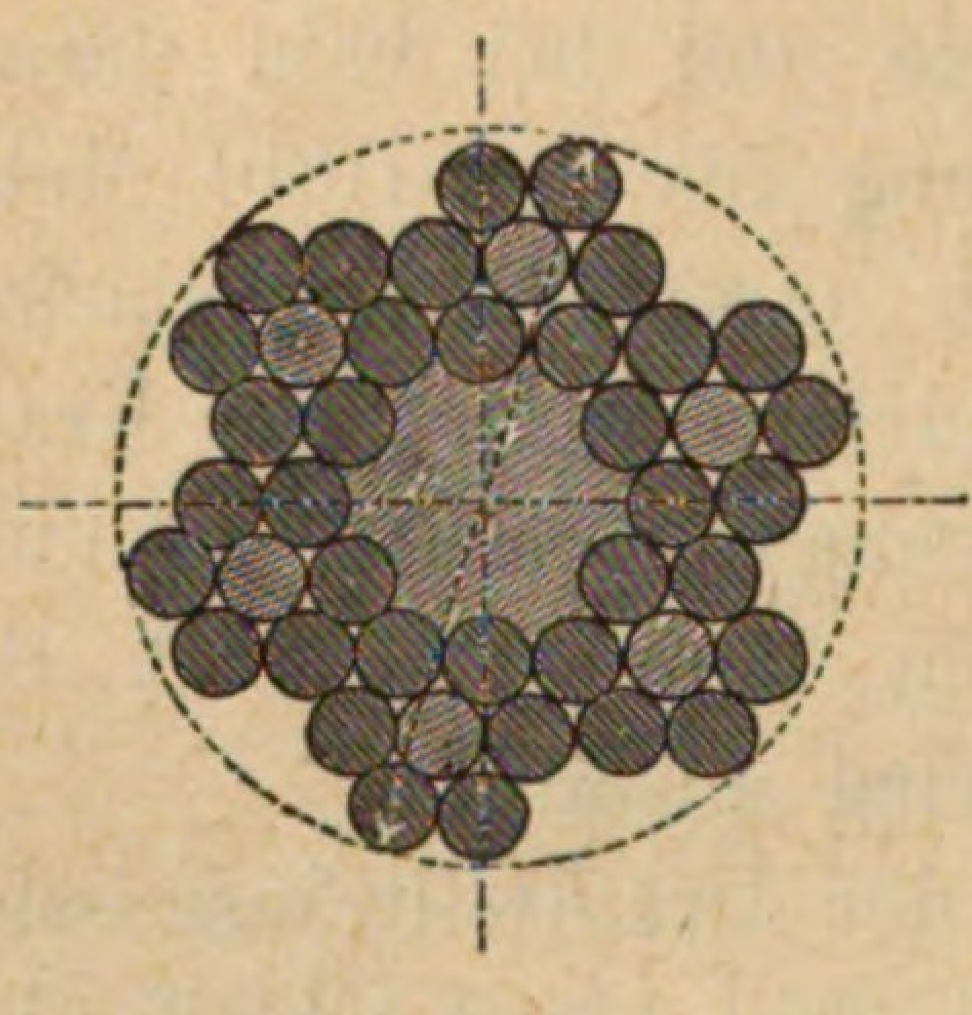
Im Wesentlichen ist das Princip der Drathseiltransmission das der Riemenübertragung; das endlose Seil hängt schlaff über zwei Rollen, spannt sich in Folge seines eigenen Gewichtes und setzt die Triebrolle in Umdrehung. Gewöhnlich liegen die Rollenachsen in horizontaler Ebene; es ist dies jedoch keine Bedingung, da der Betrieb auch eine Neigung der Achsen gestattet. Reuleaux[1] nennt die erstere Betriebsart den horizontalen Seiltrieb, die zweite den schiefen Seiltrieb. Senkrecht über einander liegende Achsen kommen sehr selten vor.

1) F. Reuleaux, Der Konstrukteur. 3. Aufl., S. 374. Braunschweig 1870. Das Werk enthält die genauesten und besten Angaben über den Seilbetrieb, auf welche hier noch wiederholt Bezug genommen wird.

Einen Seiltrieb, bei welchem die getriebene Rolle die übertragene Kraft behufs der Fortleitung wieder an eine treibende abgiebt, nennt man einen zusammengesetzten Seiltrieb.

Die gewöhnlichen Drathseile sind 36dräthig; sie bestehen aus sechs Litzen von je 6 Dräthen, welche um eine Hanfseele herumgeflochten sind, und selbst wieder je eine dünne Hanfseele enthalten, wie dies in dem Durchschnitte Fig. 37 dargestellt ist. Anstatt der mittleren Hanfseele wird zuweilen noch, um das Seil zu verstärken, eine siebente, wiederum aus sechs Dräthen bestehende Seillitze angewendet. Man hat vorgeschlagen, die Hanfseelen der einzelnen Litzen noch durch Dräthe zu ersetzen, weil hierdurch das beim Zerreiben der Hanfeinlage entstehende Schlaffwerden des Seiles verhütet werden soll. Da diese Anordnung jedoch das Seil wiederum unelastischer macht, so möchte der Vortheil doch ein nur zweifelhafter sein. Man kann annehmen, dass der Durchmesser eines 36dräthigen Seiles gleich der achtfachen Drathdicke ist. Ist der Durchmesser ein grösserer, so liegen die einzelnen Dräthe und Litzen zu locker an einander.

Fig. 37.



Die Seilscheiben müssen einen grossen Durchmesser erhalten; je grösser derselbe — innerhalb gewisser Grenzen — gewählt wird, desto besser arbeitet die Transmission. Guilleaume[1] empfiehlt als Seilscheibendurchmesser die 150fache Seilstärke. Es ist jedenfalls nicht gerathen, Seilscheiben von einem geringeren Durchmesser als 1,5 Meter anzuwenden. Die Nachtheile zu geringer Scheibendurchmesser machen sich häufig durch Seilbrüche, stets aber durch eine mangelhafte Uebertragung der Betriebskraft und Erhöhung des Reibungswiderstandes bemerklich.

Das geeignetste Material für die Seilscheiben ist Gusseisen. Die Scheibe erhält eine Rinne, deren Tiefe nur gleich der dop-

1) F. C. Guilleaume: Ueber Drathseilbetrieb; Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure Bd. XIV, S. 37.

pelten Seilstärke zu wählen ist, um ein leichtes Einlegen des Seiles zu ermöglichen. Die Rinne wird häufig ausgefüttert, jedenfalls aber sorgfältig ausgedreht. Früher nahm man allgemein an, dass die Ausfütterung der Rinne mit einem weicheren Materiale nothwendig sei; man benutzte hierzu Kork, Leder, Gummi, Guttapercha und Holz. Bei richtiger Einlage und angemessener Formung der Hohlkehle haben sich alle diese Materialien gut bewährt. Bei Anwendung von Holz empfiehlt es sich, die Hirnstücke von Pappel- und Weidenholz zu benutzen und die Einlage mit Leinöl zu tränken. In neuerer Zeit verzichtet man jedoch zuweilen auf die Einlage; man lässt das Seil in der sorgfältig bearbeiteten, namentlich der Rundung des Seiles gut entsprechenden Hohlkehle der gusseisernen Scheibe laufen, ohne dass sich bei längerem Betriebe Nachtheile geltend gemacht haben.

Das wesentlichste Erforderniss für den sicheren und ruhigen Gang einer Seiltransmission ist die genau richtige Einstellung der Scheiben und Wellen. Die Seilscheiben müssen derartig montirt werden, dass sie vollkommen in einer Vertikalebene liegen, also nicht windschief zu einander stehen oder sogar schleudern. Bei häufigem Abgleiten des Seiles von den Scheiben, Brüchen oder unverhältnissmässig schneller Abnutzung lässt sich mit Sicherheit auf ein fehlerhaftes Montiren schliessen.

Die Anspannung der Seile darf eine bestimmte Grenze nicht übersteigen; nach Guilleaume beträgt dieselbe im Maximum bei einer Seildicke von

6	8	10	13	15	18	20	Millimeter
150	200	300	400	600	800	1000	Pfund;

zumeist wendet man jedoch nur $^1/_3$ bis $^1/_2$ dieser Spannung an.

Die geringste Entfernung der Seilscheiben ist 16 Meter; hierbei müssen die Scheiben bereits einen beträchtlichen Durchmesser besitzen, wenn nicht zu bedeutende Verluste entstehen sollen. Bei grossen Entfernungen müssen in gewissen Abständen Tragrollen angebracht werden, welche ein Schwanken des Seiles und bei niedriger Lage der Seilscheiben auch ein Streifen des Seiles auf dem Boden verhüten. Bei Uebertragungen auf sehr grossen Entfernungen empfiehlt es sich, anstatt der Trag-

rollen doppelte Seilscheiben oder Scheiben mit zwei Rinnen auf 90 bis 125 Meter Entfernung aufzustellen, also anstatt eines sehr langen endlosen Seiles mehrere kürzere anzuwenden.

Die Geschwindigkeit des Seiles wird sehr verschieden angenommen. Gewöhnlich beträgt dieselbe 10 bis 15 Meter in der Sekunde; sie darf aber bei sehr gleichmässigen Widerständen bis auf 30 Meter gesteigert werden.

Das Seil muss eine bestimmte Durchsenkung erhalten, damit es mit der gehörigen Spannung arbeite. Ist die Spannung zu gering, so gleitet das Seil; ist dieselbe zu gross, so findet eine nachtheilige Ueberspannung statt, welche leicht ein Reissen des Seiles bewirkt. Im treibenden Seile ist die Durchsenkung geringer als im geführten, nachlaufenden, und soll erfahrungsmässig in ersterem 1,5 Meter, in letzterem 3 Meter pro 100 Meter Seilscheibenabstand betragen.

Der Reibungsverlust hängt ab von der Grösse der Seilscheiben, dem Durchmesser des Seiles, seiner Durchhängung und dem Scheibenabstande. Man kann annehmen, dass bei einem Seildurchmesser von 9 Millimeter, einem Scheibendurchmesser von 1,5 Meter und einem Scheibenabstande von 125 Meter der Reibungsverlust pro Seilscheibe 1 Procent der zu übertragenden Kraft beträgt, wenn die Leitung gerade aus geht. Wird das Drathseil dagegen in einem Winkel fortgeführt, so beträgt der Verlust 3 bis 6 Procent, je nachdem man horizontale Seilscheiben oder Zahnräder anwendet. Setzen wir die Stärke des Motors mit 8 Pferdekraft an und den Scheibenabstand gleich 125 Meter, so sind pro Kilometer 8 Stationen anzubringen. Demnach würde ein Verlust von 8 Procent entstehen, wenn die Leitung in gerader Richtung fortgeführt würde; d. h. von den 8 Pferdekraft gehen pro Kilometer 0,64 Pferdekraft verloren. Auf 12,5 Kilometer Entfernung würden demnach die 8 Pferdekraft durch die Reibung vollständig konsumirt sein.

Die Verbindung der beiden Seilenden geschieht durch Zusammenspleissen, und zwar in derselben Weise wie bei Hanfseilen. Zur Herstellung des Seilsplisses wird jedes Ende auf etwa 1 Meter Länge aufgeflochten und die Hanfseele auf diese

Länge ausgeschnitten. Die aufgeflochtenen Seillitzen werden wechselseitig in einander gesteckt, so dass die Litzen des einen Seilendes über das andere Seilende zu liegen kommen. Nun löst man an einem Seilende eine Litze etwa 1 Meter weiter auf, und flicht die entsprechende Seillitze des anderen Seilendes an Stelle der aufgeflochtenen Seillitze auf 1 Meter in das Seil ein. Die beiden Litzenenden werden einmal umschlungen, in einzelne Dräthe aufgeflochten und diese in das Seil hineingesteckt. Als Werkzeug bedient man sich hierzu eines Stecheisens, 13 Millimeter breit und 150 Millimeter lang, in Form einer Lanzette mit etwas abgerundeten Kanten. Die zweite Litze wird auf 0,6 Meter, die dritte auf 0,3 Meter Länge in derselben Weise eingeflochten und verbunden. Alsdann wird dieselbe Manipulation nach dem anderen Seilende hin mit den übrigen Litzen vorgenommen.

Die Methode des Zusammenspleissens, in der Praxis weit einfacher als in der Beschreibung, ist unter allen Umständen den zahllosen Konstruktionen von Seilschlössern vorzuziehen, welche in neuerer Zeit empfohlen worden sind. Die Anwendung der letzteren hat durchweg den Uebelstand zur Folge, dass beim Passiren des Schlosses über der Scheibe ein Stoss entsteht, die etwa vorhandenen Ausfütterungen demnach leicht beschädigt werden und häufig erneuert werden müssen.

Nach den Beobachtungen von Guilleaume beträgt die Dauer eines Drathseiles bei fortwährendem Betriebe durchschnittlich 2 bis 3 Jahre. Zeigt sich eine geringere Dauer, so ist der Grund hierfür stets in der mangelhaften Einrichtung zu suchen. Es empfiehlt sich, die Drathseile von Zeit zu Zeit mit gekochtem Leinöle zu schmieren, um das Rosten derselben zu verhüten.

In Fig. 38 bis 40 sind die Theile einer von H. F. Eckert in Berlin ausgeführten Drathseiltransmission dargestellt,[1] welche von einer Brennerei-Dampfmaschine aus in Bewegung gesetzt wird. Die Brennerei liegt ausserhalb des allseitig von Gebäuden

1) Auf dem Rittergute Schildberg bei Soldin.

eingeschlossenen Wirthschaftshofes. Die Lagerung der Drathseile erfolgt in hölzernen, thurmartigen Gerüsten, welche bei

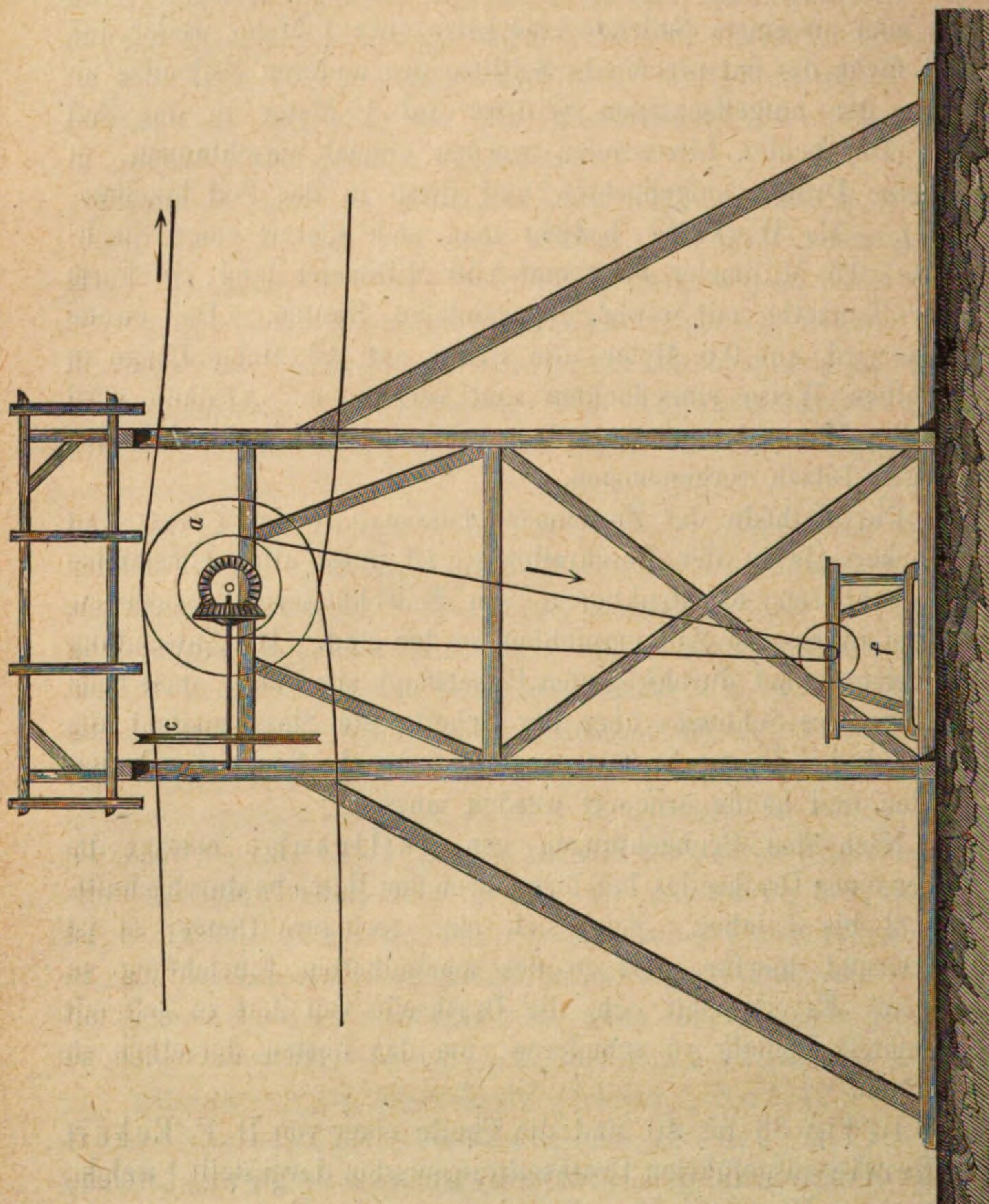


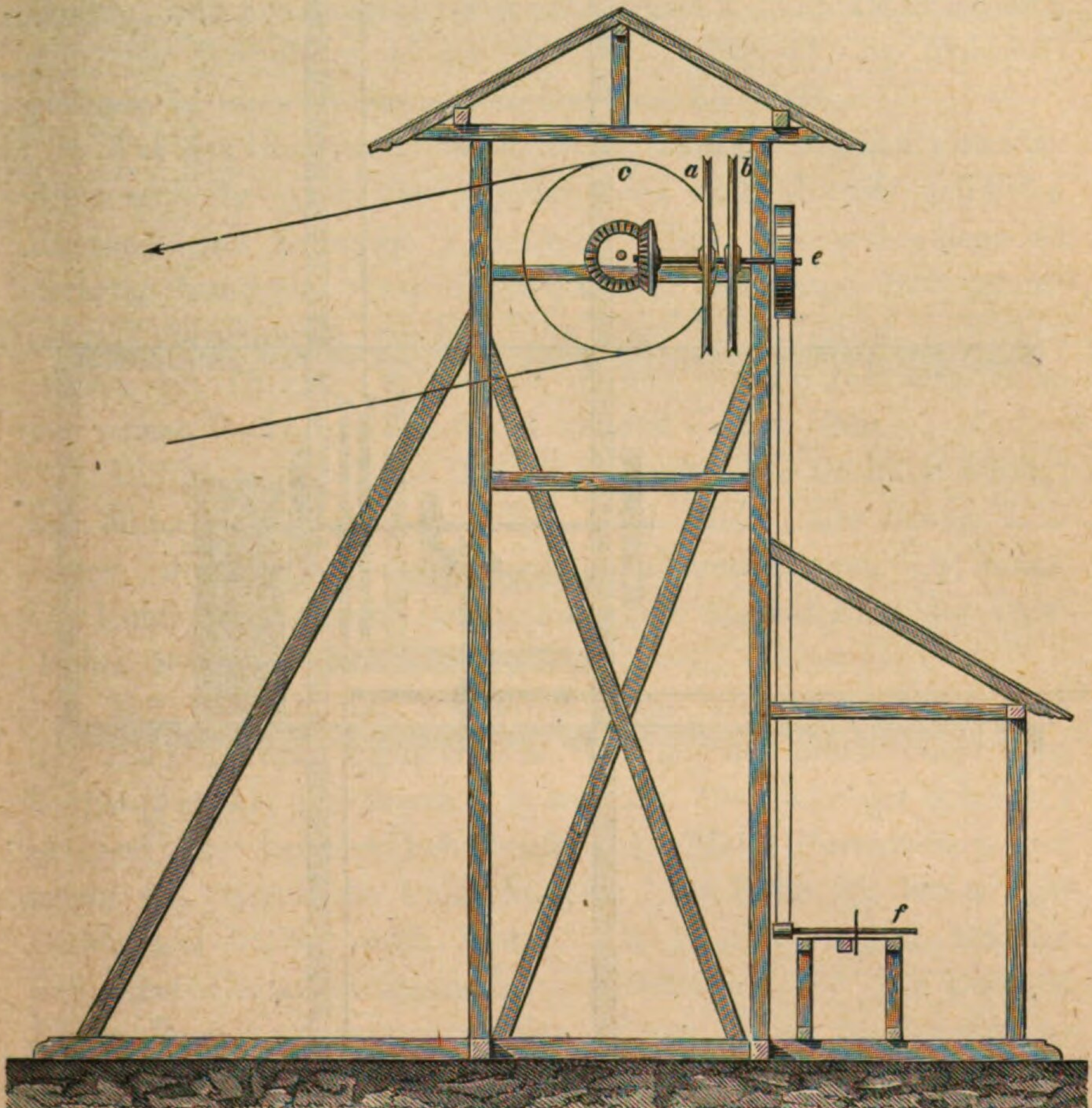
Fig. 38.

den einzelnen Gebäuden mit den Dächern verbunden sind, wie dies Fig. 41 und 42 zeigt. Diese Anordnung ist jedenfalls die empfehlenswertheste, da sie dem Zuge des Seiles gehörig wider-

steht, und eine hohe Lagerung des Seiles bei gehöriger Solidität der Anlage gestattet.

In der Mitte des Wirthschaftshofes befindet sich der in Fig. 38 bis 40 in beiden Seitenansichten und dem Grundrisse

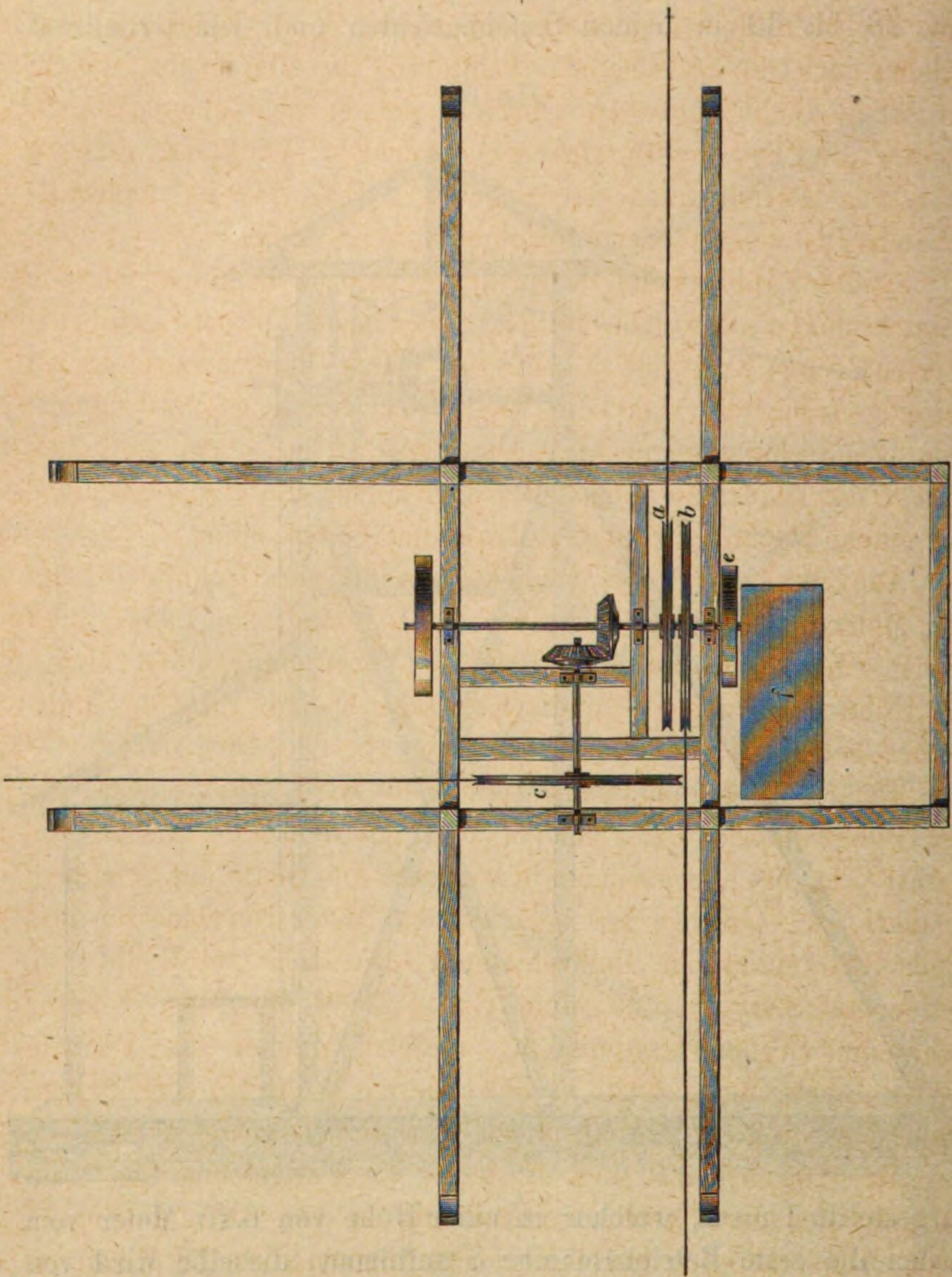
Fig. 39.



dargestellte Thurm, welcher in einer Höhe von 6,25 Meter vom Boden die erste Betriebsscheibe *a* aufnimmt; dieselbe wird von der an der Dampfmaschine angebrachten Scheibe in Bewegung gesetzt. Die Entfernung der beiden Seilscheiben beträgt in den Achsenmitten 108,5 Meter, der Durchmesser der Scheiben

1,5 Meter, die minutliche Tourenzahl 120. Unmittelbar neben der Betriebsscheibe sitzt eine zweite Scheibe *b* von gleichem

Fig. 40.



Durchmesser, welche in einer Achsenentfernung von 109 Meter auf eine an der gegenüberliegenden Scheune angebrachte Seil-

scheibe treibt. Dieselbe dient zur Uebertragung der Bewegung auf eine Dreschmaschine.

Von der Welle der Scheibe *a* wird durch konische Räder eine rechtwinklig zur ersteren gelagerte Welle betrieben, auf welcher sich die Seilscheibe *c* befindet. Dieselbe macht, da die konischen Räder gleichen Durchmesser haben, ebenfalls 120 Touren, und hat dieselbe Grösse wie *a* und *b*. Von dieser Scheibe geht der Betrieb nach der Scheibe *d* (Fig. 41) im Kuhstallgebäude in einer Achsenentfernung von 64 Meter.

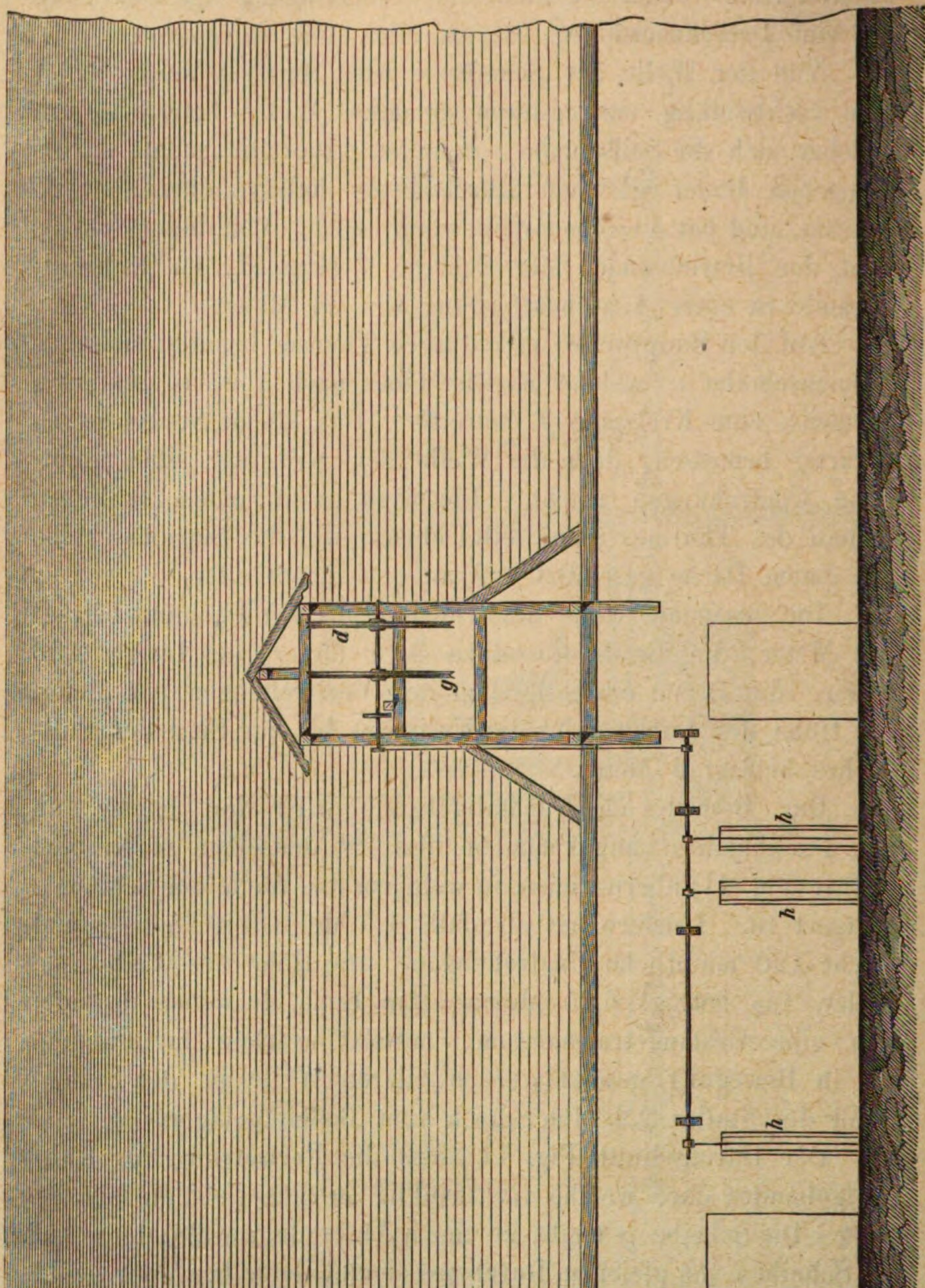
Auf der Hauptwelle im mittleren Thurme befindet sich eine Riemenscheibe *e*, welche mittelst eines nach abwärts geführten Riemens eine Kreissäge *f* betreibt. Das Riemenvorgelege ist derartig bemessen, dass die Welle der Kreissäge 820 minutliche Umdrehungen macht. Die Säge ist in einem seitlichen Anbau des Thurmes aufgestellt, ebenso wie die Betriebsscheibe mit einem Dache geschützt und an den Seiten offen.

Die gesammte Höhe des Thurmes bis zur Dachfirst beträgt 8,3 Meter, die Breite desselben 3,14 Meter, die Länge 2,53 Meter, die Breite einschliesslich der Verstrebungen 9,4 Meter. Die Höhe des Anbaues für die Kreissäge bis zur First des Pultdaches beträgt 4 Meter.

Der Betrieb am Kuhstallgebäude wird von einem, an den Dachbändern angekämmten und mit denselben verstrebten Gerüst (Fig. 41) übernommen, in welchem die Welle der Scheibe *d* gelagert ist. Letztere hat ebenfalls 1,5 Meter Durchmesser und macht 120 minutliche Umdrehungen. Die Höhe der Welle vom Boden aus beträgt 6,25 Meter. Am Ende derselben befindet sich eine Gestängetransmission, mittelst welcher die Pumpen *hh* in Bewegung gesetzt werden, deren Welle an der Seitenwand des Stalles 2,2 Meter hoch vom Boden gelagert ist.

Der Durchschnitt Fig. 42 stellt die Fortsetzung des Kuhstallgebäudes dar, welche rechtwinklig zu dem Gebäude Fig. 41 liegt. Die Scheibe *g* treibt in einem Abstande von 28 Meter auf die Scheibe *i* von gleichem Durchmesser und derselben Tourenzahl wie die bisher erwähnten Scheiben. Durch eine Riemenscheibe *k* von 0,16 Meter Durchmesser wird der Betrieb auf die Welle *l*

Fig. 41.



geführt, von welcher eine Häckselmaschine *m* in Bewegung gesetzt wird. Zum Betriebe der letzteren dient die Trommel *n*. Hier

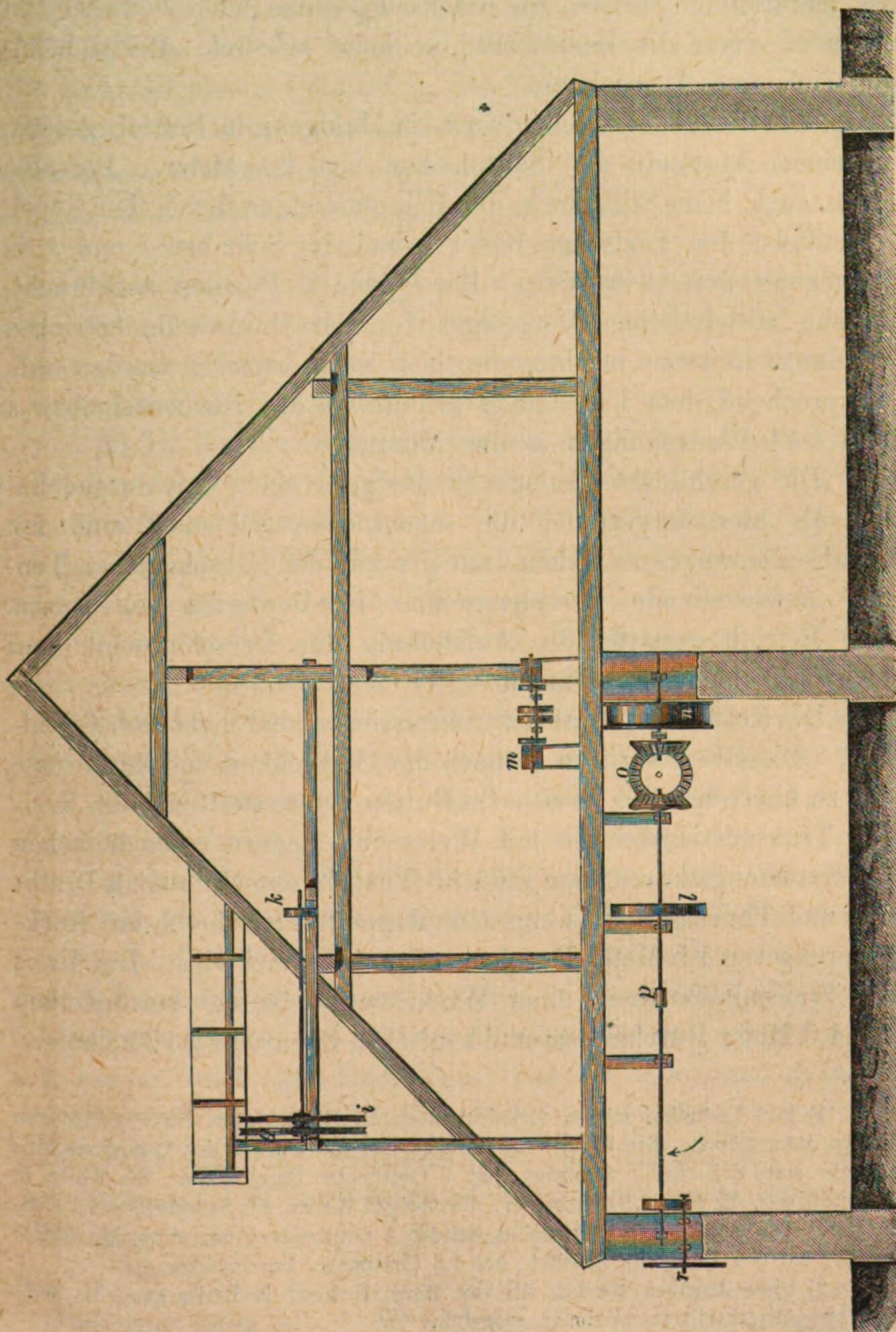


Fig. 42.

ist gleichzeitig die Einrichtung getroffen, um einen Göpel angreifen zu lassen, welcher sich in dem Gebäude Fig. 42 befindet. Man ist dadurch im Stande, die Häckselmaschine auch betreiben zu können, wenn die Dampfmaschine nicht arbeitet. Bei *p* befindet sich eine Ausrückung.

Von der Seilscheibe *q* wird ein Mahlgang in Betrieb gesetzt, in einem Abstande der Seilscheiben von 20 Meter. Derselbe kann auch beim Stillstande der Dampfmaschine durch den Göpel, vermittelst der konischen Räder *o* und der Scheiben *l* und *k* in Bewegung gesetzt werden. Bei *r* sind 2 Pumpen angebracht, welche mittelst eines Vorgeleges von der Hauptwelle betrieben werden. Letztere macht, wie hier noch bemerkt werden soll, entsprechend dem Umsetzungsverhältnisse der Riemenscheiben *k* und *l* 44 Umdrehungen in der Minute.[1]

Die geschilderte Anlage ist übrigens noch weit ausgedehnter als hier dargestellt; die sämmtlichen Scheunen sind mit Drathseilleitungen versehen, um die auf den verschiedenen Tennen aufzustellende Dreschmaschine in Bewegung zu setzen. Der Betrieb gestattet die Aufstellung der Dreschmaschine auf sechs verschiedenen Tennen.

Die Kosten der Drathseiltransmissionen sind nicht unbeträchtlich. Dieselben variiren je nach der Oertlichkeit und der Grösse der zu übertragenden Kraft. Im Durchschnitte stellt sich der Preis der Transmissionsscheibe mit Welle und Lagern eines einfachen Unterstützungsthurmes auf etwa 85 Thaler, ausschliesslich Drathseil und Thurmgerüst, wenn eine doppelte Seilscheibe mit Korkfütterung von 1,5 Meter Durchmesser angewendet wird. Der Preis der Transmissionstheile einer Winkelstation beträgt bei Scheiben von 1,5 Meter Durchmesser und konischen Zahnrädern 120 Thaler.[2]

1) Den Techniker mögen vielleicht noch die Dimensionen der verschiedenen Wellen interessiren. Die Hauptwelle, welche den Betrieb von der Dampfmaschine auf die erste Seilscheibe überträgt, hat 7 Centimeter Durchmesser, die Welle in dem mittleren Thurme 6,5 Centimeter, die übrigen Wellen der Seilscheiben 6,2 Centimeter. Die Stärke des Drathseiles beträgt 1 Centimeter; nur derjenige Trieb, welcher auf den Mahlgang arbeitet, hat 1,3 Centimeter Durchmesser.

2) Diese Angaben wurden mir von Herrn Eckert in Berlin gemacht, welcher viele Drathseiltransmissionen ausgeführt hat.

Nach Guilleaume betragen die Kosten der Seiltransmission mit allen dazu gehörigen maschinellen Einrichtungen, also Seilscheiben, Leitrollen, Lagerstühlen und Seilen 22 bis 28 Sgr. pro Meter Entfernung der Scheiben. Die Preise der Drathseile, welche in ausgezeichneter Qualität in der Fabrik von Felten & Guilleaume in Cöln gefertigt werden, stellen sich wie folgt:

Durchmesser in Millimetern	6.	8.	10.	13.	15.	18.	20.
Silbergroschen pro Meter .	3,19.	4,78.	6,38.	7,17.	8,77.	9,57.	11,95.

Zum Schlusse sei hier noch ein Beispiel von Drathseiltransmissionen, und zwar für eine kleinere, mittlere und grössere Anlage aufgeführt, deren Abmessungen bei neuen Anlagen theilweise als Unterlage dienen können:

1) In Emmendingen werden durch eine Drathseiltransmission mittelst eines 13 Millimeter starken Seiles 12 Pferdekraft auf eine Entfernung von 56 Meter übertragen. Die Seilscheiben haben 3,76 Meter Durchmesser und also bei 78 Umdrehungen pro Minute eine Umfangsgeschwindigkeit von 15 Meter in der Sekunde. Die Haltbarkeit des Seiles ist 2½ Jahre. Die gleiche Dauer zeigt ein dort aufgelegtes Drathseil von 10 Millimeter Stärke, welches zur Fortleitung von 6 Pferdekraft auf 25 Meter dient. Die mit Guttaperchafutter versehenen Scheiben haben 1,5 Meter Durchmesser und machen 150 Umdrehungen, woraus eine Seilgeschwindigkeit von 12 Meter pro Sekunde resultirt.

2) Die Drathseilleitung in Oberursel erstreckt sich auf 1000 Meter in 8 Abtheilungen zu je 125 Meter. Bei dem Betriebe beträgt die Durchsenkung des 17 Millimeter starken Seiles im treibenden Theile 0,9 bis 1,6 Meter, im gezogenen 3,3 Meter. Die Seilscheiben haben 3,75 Meter Durchmesser und wiegen mit der Achse pro Stück 1264 Kilogramm. Das Seil besteht aus 36 Dräthen von Nr. 16 der englischen Lehre und hat bei 114 Umdrehungen der Scheiben eine Geschwindigkeit von 22 Meter. Von den übertragenen 100 Pferdekraft gehen durch die Transmission 8 Pferdekraft verloren. (Also 1 Procent pro einfachen Seiltrieb).[1]

1) Etwas abweichende Angaben von den hier gegebenen über die Drathleitung zu Oberursel enthält die Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure Bd. X, S. 480.

3) In Schaffhausen werden von der durch 3 Turbinen hervorgebrachten effektiven Leistung von 600 Pferdekraft 480 durch Drathseilbetrieb übertragen. Das Seil von 27 Millimeter Durchmesser besteht aus 8 Litzen zu je 10 Dräthen von Nr. 16 der englischen Drathlehre. Die Seilscheiben haben 4,7 Meter Durchmesser und machen 80 Umdrehungen pro Minute, so dass das Seil eine Geschwindigkeit von 27 Meter erhält. Die Entfernungen der Seilscheiben betragen 119, 141 und 118 Meter, wobei die Durchhängung des Seiles sich auf 1,88 bis 2,5 Meter stellt.

Bei dieser Anlage ist für die Bewegungsübertragung eine eigenthümliche Einrichtung getroffen worden. Von den drei Turbinenachsen wird mittelst konischer Räder eine horizontale Welle in Bewegung gesetzt, von welcher der Seilscheibenbetrieb abgeleitet werden soll. Zu dem Ende befinden sich zwei Seilscheiben lose auf der Welle, und an jeder derselben ein konisches Rad angegossen. Die beiden Räder sind unter sich durch zwei, in ihre Verzahnung eingreifende, konische Getriebe verbunden, welche sich frei um die Zapfen eines fest auf der Welle aufgekeilten Kreuzkopfes drehen können. Durch dieses Differentialgetriebe wird zunächst eine Verbindung der Seilscheiben mit der Welle hergestellt, ferner aber auch erreicht, dass die Ungleichheiten in den Spannungen der beiden Drathseile von selbst ausgeglichen werden.[1] Dass man überhaupt zwei Drathseile anstatt eines einzigen zur Anwendung gebracht hat, geschah aus dem Grunde, um bei etwaigem Zerreissen des einen Seiles den Betrieb nicht unterbrechen zu müssen. Desshalb wurde auch jedes Seil so stark gemacht, dass es nöthigenfalls die ganze Triebkraft der drei Turbinen übertragen kann. Ueber und unter den beiden Seilscheiben befinden sich Backen, welche ein Ausspringen der Drathseile verhüten sollen.

Die Gesammtlänge der Drathseiltransmission in Schaffhausen beträgt 1057 Meter.

1) Eine detaillirte Abbildung dieser beachtenswerthen Konstruktion befindet sich in der Schweizerischen Polytechnischen Zeitschrift Bd. XII, Jahrgang 1867, Taf. X.

III. ABSCHNITT.

1. DIE PUMPEN.

III. Abschnitt.

1. Die Pumpen.

Die durch Dampfkraft betriebenen Pumpen finden in der Landwirthschaft hauptsächlich Verwendung für die Bewässerung der Wiesen und zur Gewinnung der Vorfluth bei der Entwässerung.

Die mechanische Wasserhebung zur Bewässerung der Wiesen muss überall da in Frage kommen, wo durch das natürliche Gefälle oder durch Stauwerke das Wasser nicht auf den höchsten Punkt der Bewässerungsfläche gebracht werden kann. Der Fall, dass eine natürliche Berieselung nicht ausgeführt werden kann, weil die zu wässernde Wiese höher liegt als der Teich, Fluss oder Bach, aus welchem das Rieselwasser entnommen werden kann, und dessen Benutzung dem Wiesenbesitzer häufig den drei- und vierfachen Ernteertrag sichern würde, kommt so häufig vor, dass eine Belegung desselben durch Beispiele wohl nicht erforderlich ist.

Wird das Wasser bis zur Höhe der obersten Wässerrinne künstlich gehoben, so ist, vorausgesetzt, dass der Hebemechanismus zuverlässig arbeitet, und die Kosten, sowohl der Anlage als auch des Betriebes, nicht zu erheblich ausfallen, die Ertragsfähigkeit der Wiese vervielfacht. Im Laufe eines Jahres werden so beträchtliche Quantitäten des vortrefflichsten Düngers und des mit dem Wasser mechanisch mitgeführten schlickreichen Sandes der Wiese übergeben, die anderenfalls in's Meer geführt und so vollkommen nutzlos verloren gehen würden. Berücksichtigt man hierbei, dass der Dünger, welcher der Wiese

als Ersatz für die durch die Erndte fortgeführten Pflanzennährstoffe zugeführt werden muss, in keiner geeigneteren Form als in der verdünnten Lösung des Rieselwassers verwendet werden kann, so leuchtet sicherlich ein, dass in sehr vielen Fällen die künstliche Hebung des Wassers zum Zwecke der Berieselung angezeigt sein muss. Die Rentabilität solcher künstlicher Wasserhebungen lässt sich freilich nicht für alle Fälle von vorn herein als gesichert aufstellen, da hierbei zu viele Faktoren konkurriren, welche die Anlage- und Betriebskosten beeinflussen. Zu diesen gehört die Grösse und die Bodenbeschaffenheit der Wässerwiese, das Wasserquantum, welches in der Zeiteinheit gefördert werden muss, die Höhe, bis zu welcher das Wasser zu heben ist, um in den obersten Wässergraben zu gelangen, die Kosten der Anlage und Unterhaltung des Motors sowie schliesslich die Dauer der anderweitigen Verwendung des letzteren.

Man hat zwar vielfach Versuche gemacht, andere Motoren als die Dampfmaschinen zur Hebung des Wassers für Berieselungsanlagen zu verwenden, aber immer nur mit beschränktem und zweifelhaftem Erfolge. Am naheliegendsten erscheint die Benutzung der Windräder zum Betriebe der Pumpen; bei der Anlage derselben bleibt aber zu berücksichtigen, dass dieselben zu vielen Unregelmässigkeiten im Gange und dem entsprechend in der Leistungsfähigkeit unterworfen sind. Es tritt häufig der Fall ein, dass grade in der geeignetsten Rieselzeit bei eintretender Windstille oder zu geringer Geschwindigkeit der bewegten Luft die Bewässerung ihren Dienst versagt. Hiervon ganz abgesehen, müssen die Windräder, wenn sie hinlängliche Wassermengen für nur einige Hektaren grosse Wiesenflächen liefern sollen, derartig grosse Dimensionen erhalten, oder in solcher Zahl aufgestellt werden, dass ihre Kosten nicht viel geringer wie die der Dampfmaschinen einschliesslich der Betriebskosten der letzteren ausfallen. Man hat vorgeschlagen, und dies auch in einzelnen Fällen zur Ausführung gebracht, die Windräder möglichst lange, vor und nach der Rieselperiode, in Thätigkeit zu erhalten, und das gehobene Wasser in höher gelegene künst-

liche Bassins und Teiche anzusammeln. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, dass letztere in kolossalen Dimensionen ausgeführt werden müssen, wenn sie das hinlängliche Wasserquantum für eine nur einigermassen grosse Fläche fassen sollen, und ferner, dass durch die Anlage solcher Teiche ein beträchtlicher Theil nutzbaren Landes für die Kultur verloren geht.

Nehmen wir mit Vincent an, dass das zum Berieseln erforderliche Wasserquantum pro Hektar und Sekunde im Durchschnitte 0,09 Kubikmeter betrage, so würde dies in 60 Rieseltagen ein Wasserquantum von 466560 Kubikmeter ergeben, welche in einem Bassin von einem Hektar Grundfläche eine Höhe von 46,65 Meter einnehmen würden. Selbst bei weit geringeren Wassermengen als 0,09 Kubikmeter pro Hektar und Sekunde würden die Sammelteiche immer noch unausführbare Abmessungen erhalten. Es ergiebt sich hieraus, dass die Anlage von Teichen mit angemessenem Fassungsraume für die Wiesenbewässerung nicht angeht, selbst wenn eine wiederholte Benutzung des Wassers in Aussicht genommen worden ist. Und hieran scheitert die Anlage von Windrädern, welche derartige Sammelreservoire bedürfen, um einigermassen leistungsfähig zu sein.

Nicht viel günstiger gestaltet sich die Verwendung der hydraulischen Motoren zur Hebung des Rieselwassers. Für Gebirgswässer mit starkem Gefälle mag hin und wieder ein derartiger Apparat zweckentsprechend sein, namentlich für Wiesenanlagen von geringer Ausdehnung; für gewöhnliche Verhältnisse müssen aber die Triebwerke ebenfalls in kolossalen Dimensionen ausgeführt werden, um überhaupt leistungsfähig zu sein. Trotz zahlloser Versuche, von den ältesten Zeiten an bis in die Neuzeit, ist niemals ein durchschlagender Erfolg errungen worden; ja vielfach sind die Hebewerke wieder ausser Betrieb gekommen, weil sich die an dieselben gestellten Erwartungen in keiner Weise erfüllt haben.

Es bleibt demnach nur noch die Dampfkraft, welche auch in der That bereits an vielen Orten mit recht günstigem Erfolge zum Heben des Rieselwassers angewendet wurde. Von

vornherein ist jedoch zu berücksichtigen, dass man auch hier nicht mit zu hoch geschraubten Erwartungen an die Sache herantreten darf, dass die quantitative Leistung im Vergleiche zu der pro Flächeneinheit erforderlichen Wassermenge immerhin eine geringe bleibt, namentlich, wenn die Förderhöhe einigermassen beträchtlich ausfällt. Da wird es dann vor Allem Aufgabe des Wiesenbaumeisters sein, möglichst ökonomisch mit dem Wasser, welches auf andere Weise als durch mechanisches Heben nicht in Benutzung treten kann, welches also ein kostspieliges und demnach weit werthvolleres Material ist als gewöhnliches, durch natürliches Gefälle zugeströmtes Wasser, umzugehen, und jedwede unnütze Verschwendung desselben durch fehlerhafte Anlage des Graben- und Rinnennetzes zu vermeiden. Es wird vor Allem eine wiederholte Benutzung des Abwassers nothwendig werden, ehe dasselbe in den natürlichen Wasserlauf zurückgeführt wird, denn nur hierdurch werden sich die Kosten angemessen vertheilen und eine Rentabilität der Anlage sichern. Die Ansicht, dass das Rieselwasser seine düngende Eigenschaft nach einmaligem Ueberrieseln eingebüsst hat, ist längst durch die Praxis widerlegt; wenn der Boden nicht zu durchlassend ist, so dass das Wasser mit der Zeit vollständig in denselben einsinkt, ist man im Stande, dasselbe 20 Mal und darüber auf immer neue Wiesenflächen mit gleichem Vortheile wie bei der höchstgelegenen Fläche aufzubringen. Wo das Rieselwasser bezahlt wird, wie in Spanien und der Lombardei, da versteht man es vortrefflich, dasselbe auszunutzen, soweit Bodenbeschaffenheit und Gefälle dies irgend gestatten. Hierdurch ist also ein Mittel gegeben, die hohen Kosten der mechanischen Wasserhebung um ein Beträchtliches zu reduciren, und die vortheilhafteste Verwendung der Dampfkraft zu ermöglichen.

Ich bin im Allgemeinen kein zu grosser Freund von Maschinen-Genossenschaften, und habe auch bereits wiederholt Gelegenheit genommen, mich gegen die in neuerer Zeit so häufig empfohlenen Dampfpflug- und Mähemaschinen-Genossenschaften zu erklären, und die Praxis hat meine Ansicht fast immer bestätigt; dagegen für die Wasserhebung durch Dampfkraft zum

Zwecke der Anlage von Rieselwiesen und zur wiederholten Benutzung des einmal gehobenen Wassers, die damit Hand in Hand gehen muss, halte ich genossenschaftliche Unternehmungen wie nirgends anders für durchaus angezeigt. Denn der Einzelne ist häufig in Folge ungünstiger Lage seiner Grundstücke schlechterdings nicht im Stande, auch nur den kleinsten Theil von dem zu leisten, was die Vereinigung der Besitzer von passend an einander gelegenen Grundstücken möglich machen kann. Ich halte sogar dafür, dass es unter gewissen Umständen angemessen erscheinen könnte, den § 56 des preussischen Gesetzes über die Benutzung der Privatflüsse vom 28. Februar 1843

> „wenn Unternehmungen zur Benutzung des Wassers, deren Vortheile einer ganzen Gegend zu Gute kommen, nur durch ein gemeinsames Wirken zu Stande zu bringen und fortzuführen sind, so können die Betheiligten zu gemeinsamer Anlegung und Unterhaltung der erforderlichen Wasserwerke durch landesherrliche Verordnung verpflichtet und zu besonderen Genossenschaften vereinigt werden“

auf die Betheiligung an der künstlichen Wasserhebung auszudehnen, da anderenfalls oft dem einzelnen die Anlage unmöglich gemacht wird, und die grossen wirthschaftlichen Erfolge der künstlichen Wässerungsanlagen schliesslich doch — wenn auch nur indirekt — dem Allgemeinen zu Gute kommen.

Da die durchschnittliche Rieselzeit in unserem Klima 60 Tage beträgt, so wird das Pumpwerk demnach nur kurze Zeit in Thätigkeit sein. Dieser Umstand entscheidet bei der Wahl der Dampfmaschine in den überwiegend zahlreichsten Fällen zu Gunsten der transportablen Dampfmaschine, der Lokomobile, welche nach der Wässerperiode die vortheilhafteste Verwendung zu anderen Arbeiten finden kann. Auch noch ein anderer Grund spricht für die Benutzung der Lokomobile im Gegensatze zu der stationären Maschine: die Möglichkeit, die Aufstellung derselben während der Wässerzeit beliebig verändern zu können. Die lokalen Verhältnisse werden es häufig als vortheilhaft erscheinen lassen, die Auf-

stellung je nach der Lage der zu berieselnden Wiesenfläche und des Baches oder Flusses zu ändern, um das Wasser nicht durch zu lange und bei Terrainhindernissen oft nur mit grossen Kosten zu erstellende Gräben zu führen. Kann das Wasser nur an einer bestimmten Stelle des Baches u. s. w. entnommen werden, so wird häufig die Anlage der Hauptzuleitungsgräben für die verschiedenen Wiesenparcellen mit den grössten Schwierigkeiten und erheblichen Kosten verknüpft sein. Kann dagegen in Folge der Transportabilität des Pumpwerkes die Entnahme an beliebiger Stelle erfolgen, so wird die Disposition der Leitungen zumeist eine wesentlich vereinfachte und demnach minder kostspielige werden.

In vielen Fällen wird eine bereits vorhandene Lokomobile benutzt werden können, welche in erster Reihe zum Betriebe der Dampfdreschmaschine, der Ziegelpresse u. s. w. dient. Zumeist werden sich in einer Wirthschaft die Arbeiten derartig vertheilen lassen, dass in der passendsten Rieselperiode die Maschine nicht anderweitig erforderlich ist. Die Verwendung der Maschine zum Pumpen gestattet demnach die gründlichste Ausnutzung des Motors und die Vertheilung der Amortisationskosten und Zinsen auf längere Zeiten. Beide Arbeiten, das Dreschen u. s. w. einerseits und das Pumpen andererseits werden sich hierdurch erheblich billiger stellen.

Soll die Dampfmaschine lediglich zum Pumpen dienen, also etwa 2 Monate im Jahre in Thätigkeit sein, die übrige Zeit des Jahres dagegen stillstehen, so wird sich eine Rentabilität nur unter besonders günstigen Verhältnissen, z. B. bei sehr reichlichem Gehalte des Wassers an Pflanzennährstoffen, bei gutem Boden und oft wiederholter Benutzung des Wassers, bei Verwendung der Abwässer aus technischen Fabriken u. s. w. ergeben.

Sind die Rieselanlagen derartig ausgedehnte, dass die Dampfmaschine zum Heben des erforderlichen Wasserquantums mehr als 20 Pferdekraft stark sein muss, so ist, wie wir bereits oben gesehen haben, die Verwendung einer Lokomobile nicht mehr angezeigt. Man könnte in diesem Falle entweder mehrere

Lokomobilen oder eine stationäre Dampfmaschine aufstellen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass für mehrere Lokomobilen von der angegebenen Stärke in der Wirthschaft zumeist keine anderweitige nutzbringende Beschäftigung in der Zeit, in welcher nicht gerieselt wird, zu finden ist, dass dieselben also nur in Ausnahmefällen zu anderen Zwecken Verwendung finden werden. Demnach möchte sicherlich für derartig bedeutende Wassermengen in den meisten Fällen die Anwendung der stationären Maschine vorzuziehen sein; immer natürlich vorausgesetzt, dass die Verhältnisse eine Rentabilität der Anlage als gesichert erscheinen lassen. Unter dieser Voraussetzung gewährt die stationäre Dampfmaschine grosse Vorzüge in der ökonomischen Ausnutzung des Brennmaterials, da dieselbe als Woolf'sche und Kondensationsmaschine konstruirt werden kann. Der Kessel der letzteren mit seinen Siederöhren hat, wie bereits Seite 5 hervorgehoben, eine weit kürzere Dauer als der einfache Kessel der stationären Maschine, so dass sich sowohl die Dauer als auch die Betriebskosten entschieden günstiger als bei der Lokomobile stellen.

Wo sich demnach bei einer erforderlichen Betriebskraft von mehr als 20 Pferdekraft die Aufstellung einer Dampfmaschine, welche nicht anderweitig beschäftigt werden kann, rechnungsmässig als vortheilhaft herausstellt, da ist eine stationäre Dampfmaschine anzuwenden.[1]

Hier wird man übrigens in manchen Fällen, falls die Geldmittel und die geschäftlichen Verhältnisse dies gestatten, in der

1) Schöne Abbildungen einer stationären Doppel-Dampfmaschine zum Betriebe zweier Centrifugalpumpen für eine Entwässerungsanlage befinden sich in den Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, Jahrgang 1867, Taf. XIX und XX. Die Maschine wird für die Entwässerungsanlage zu Jodgallen benutzt; ihre wesentlichsten Abmessungen sind folgende:

Durchmesser der Cylinder 0,78 Meter,
Kolbenhub 1,18 Meter,
Anzahl der Umdrehungen pro Minute 36,
Dampfspannung 56 Pfund Ueberdruck,
Feuerberührte Fläche der Dampfkessel 235,2 Quadratmeter.

Der Durchmesser der Kreiselräder beträgt 1,88 Meter, die Anzahl ihrer minutlichen Umdrehungen 60.

Lage sein, neben der Pumpstation eine Fabrik, z. B. eine Mahlmühle, eine Knochenmühle, eine Sägemühle u. s. w. aufzustellen, welche in der Zeit, in welcher die Maschine nicht zum Pumpen gebraucht wird, in Thätigkeit kommt.

In neuerer Zeit wendet man fast allgemein die Centrifugalpumpe an, um durch Dampfkraft grosse Quantitäten Wasser auf verhältnissmässig geringe Höhen zu heben. Dieselbe hat sich seit ihrer Ausbildung zu der jetzigen Vollkommenheit derartig vortheilhaft bewährt, dass Schöpfwerke, Wasserschnecken und Kolbenpumpen fast gänzlich verdrängt worden sind, und nur noch in sehr wenigen Fällen, z. B. letztere bei sehr beträchtlicher Saug- und Druckhöhe und ausserordentlich grossen Wassermengen angewendet werden. Für die Wiesenbewässerung wird in fast allen Fällen die Centrifugalpumpe der geeignetste Apparat sein, wenn eine Hebung des Wassers nothwendig ist; in gleicher Weise eignet sich dieselbe zur Trockenlegung von Ländereien, Teichen, Torfstichen, Baugruben u. s. w. weit besser als die gewöhnliche Kolbenpumpe.

Das Princip der Centrifugalpumpe stimmt mit dem der Ventilatoren und der Reaktionsturbinen überein. Das in der Mitte einer allseitig geschlossenen Trommel eingeführte Wasser wird mit einem sich schnell drehenden Schaufelrade in Umdrehung versetzt, durch die Centrifugalkraft nach dem Umfange der Trommel geschleudert, und hier aus einem tangential abgeleiteten Rohre weiter geführt. Das Wasser wird durch ein, in der Mitte angesetztes Rohr eingeleitet, welches unten mit einem Ventile versehen sein muss, um ein Abfliessen des Wassers zu verhindern, und ohne Auffüllen des Gehäuses und der Saugleitung ein sofortiges Arbeiten der Pumpe zu ermöglichen.

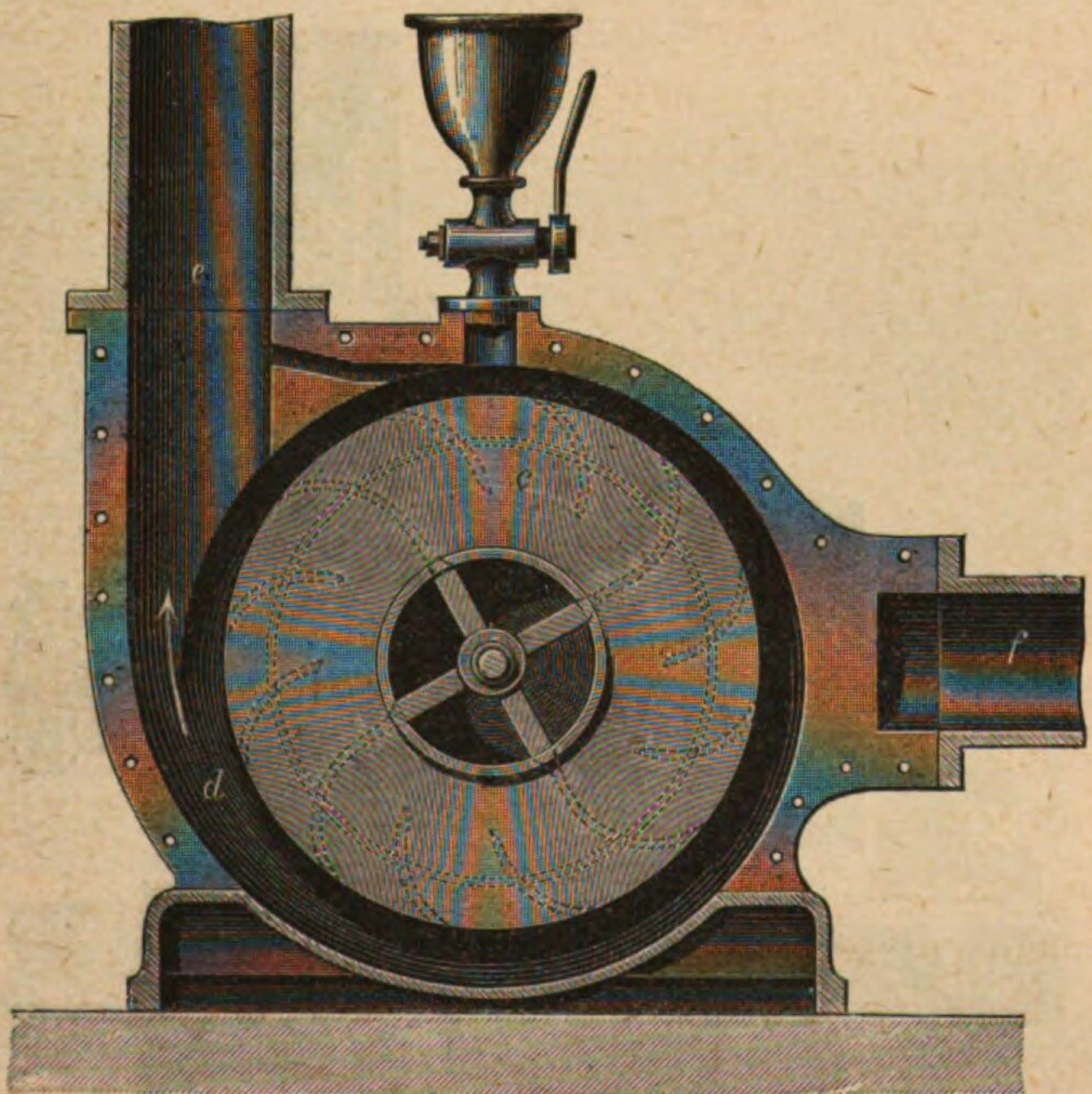
Das Schaufelrad besteht zumeist aus zwei, auf der Welle aufgesetzten Tellern, zwischen welchen sich die Schaufeln befinden. Letztere sind gekrümmt, um ein allmäliges Ueberführen des Wassers in die erforderliche Richtung ohne Stoss zu bewirken. Zuweilen befindet sich in dem, das Schaufelrad umgebenden

Gehäuse noch ein Leitschaufelapparat, um das Wasser, ähnlich wie bei den Turbinen, in das arbeitende Rad einzuführen.

Eine Vorstellung von der Disposition der gewöhnlichen Centrifugalpumpe erhält man durch die Zeichnungen Fig. 43, 44 und 45, welche die Pumpe darstellen,

Fig. 43 in der Seitenansicht mit abgenommener Kappe,
Fig. 44 im Längendurchschnitte und
Fig. 45 im Grundrisse und Querdurchschnitte.

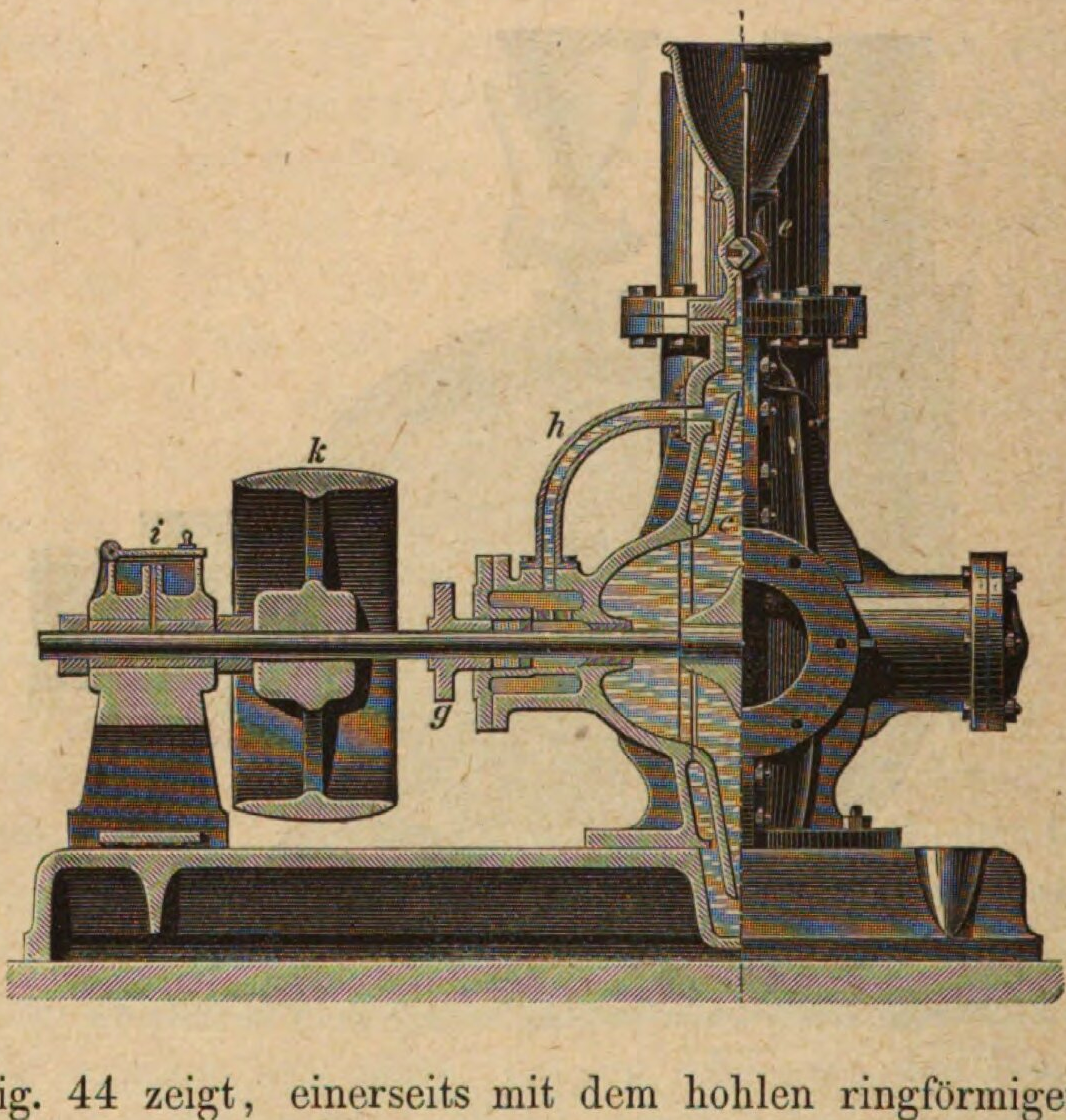
Fig. 43.



Auf der Achse *a* befindet sich das Schaufelrad *b* mit gekrümmten Schaufeln, deren Anordnung aus Fig. 45 ersichtlich ist. Das Rad dreht sich in einem Gehäuse *c*, welches das in Umdrehung versetzte Wasser gegen den ringförmigen, sich allmälig erweiternden Umfang *d* und von diesem in das Druckrohr *e* führt. Während dessen strömt aus dem Saugrohre *f*, welches sich, wie aus Fig. 45 ersichtlich ist, in zwei Theile

theilt, und in der Mitte der Trommel einmündet, Wasser in diese ein, um kontinuirlich durch das Druckrohr abgeführt zu werden. Um einen vollkommen luftdichten Abschluss der Trommel zu bewirken, ist die Welle in den Stopfbuchsen *g* gelagert, so dass bei gehörig dichter Verpackung derselben das Schaufelrad nicht im Stande ist, Luft zu saugen. Um diesen luftdichten Abschluss vollkommen zu sichern, sind die Stopfbuchsen mit einem Wasserverschlusse versehen. Das Rohr *h* steht nämlich,

Fig. 44.



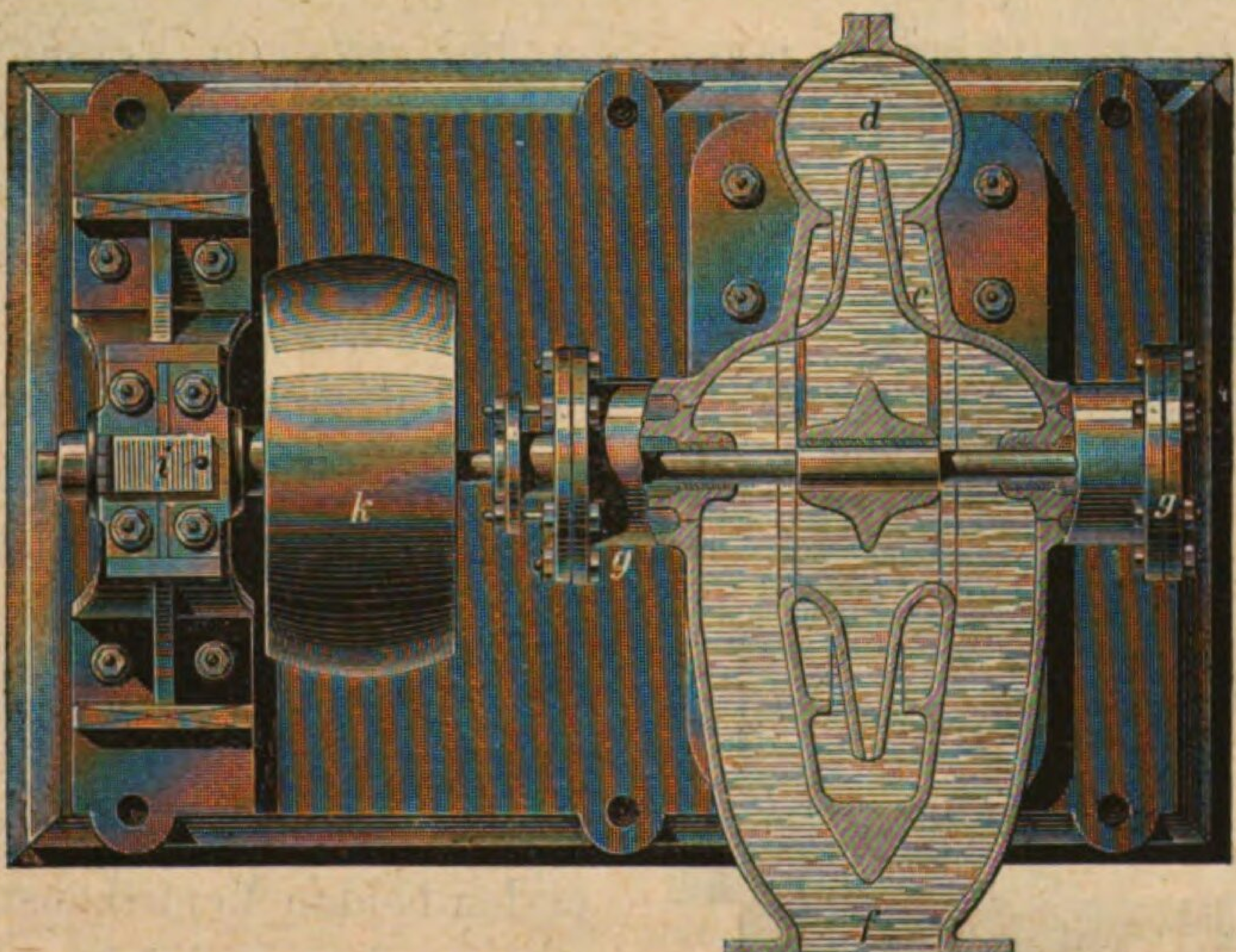
wie Fig. 44 zeigt, einerseits mit dem hohlen ringförmigen, die Stopfbuchse umgebenden Raume und andererseits mit der Trommel selbst in Verbindung, so dass das Wasser aus letzterer den Raum in der Stopfbuchse, durch welche die Luft passiren müsste, anfüllt, und so einen durchaus sicheren Abschluss herbeiführt.

Die Trommel ist aus zwei Theilen gefertigt, von welchen der eine zum Zwecke der Reinigung leicht entfernt werden

kann. Die Welle ist auswendig bei *i* noch einmal gelagert, und trägt zwischen diesem Lager und der Trommel die Betriebsscheibe *k*. Bei kleineren Pumpen zieht man es häufig vor, die Scheibe ausserhalb des Lagers aufzusetzen, weil hierbei das Auflegen des Riemens erleichtert wird.

Der Apparat ruht auf einer Grundplatte, welche bei der Arbeit gewöhnlich auf starken Balken gelagert wird. In der vorliegenden Anordnung ist die Pumpe zum Theil in der Grundplatte eingelassen (Fig. 44), um eine möglichst niedrige Lagerung der Welle und somit einen ruhigen Gang zu erhalten.

Fig. 45.



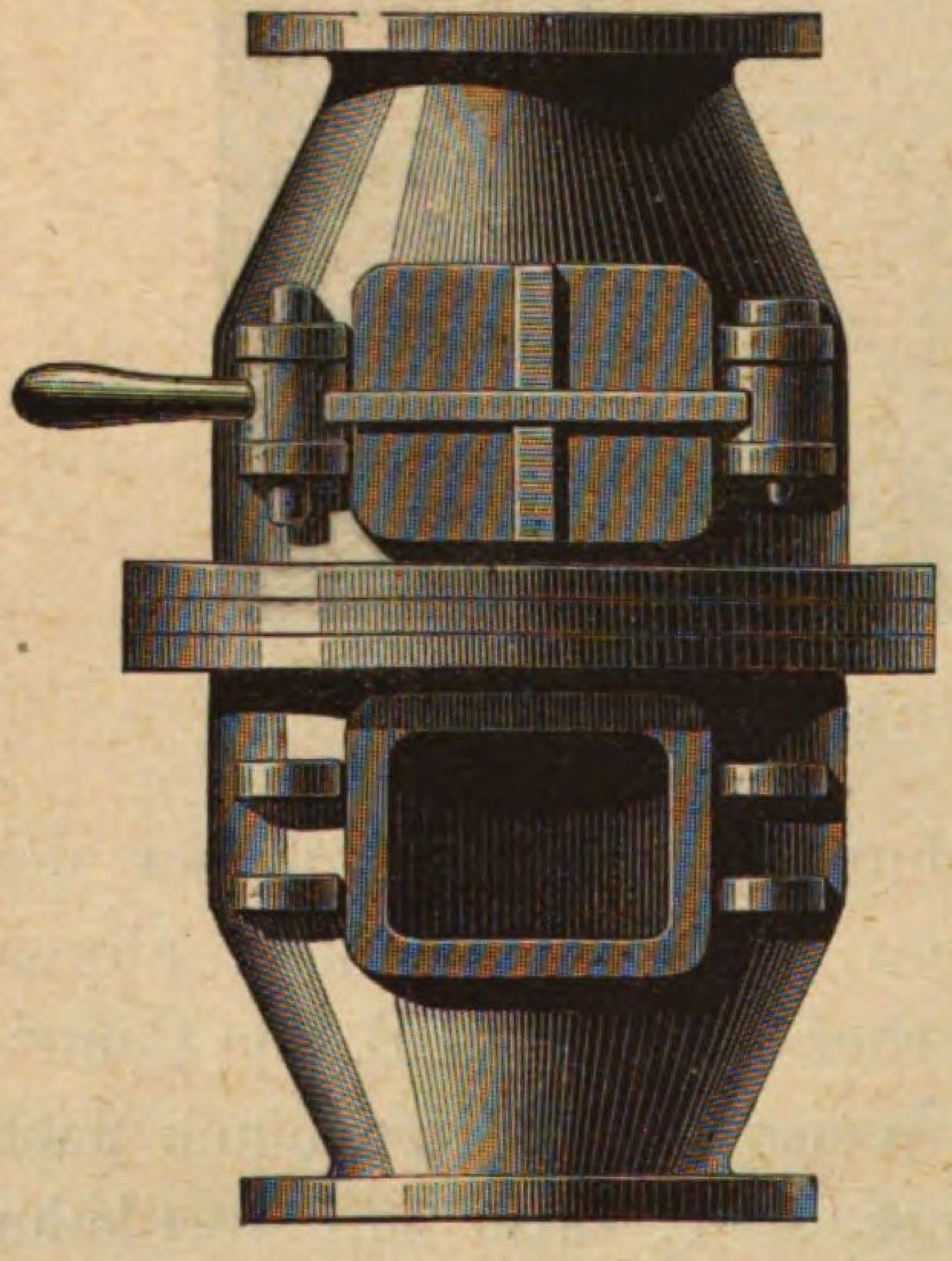
Es bedarf kaum der Erwähnung, dass man ausser der beschriebenen noch zahllose andere, mehr oder minder abweichende Formen gewählt hat. Hierher gehören z. B. die Centrifugalpumpen, welche in gleicher Weise wie die Turbinen nach Jonval'schem Systeme angeordnet sind, also mit vertikaler Spindel arbeiten, ferner die Pumpen von Coignard[1] mit schraubenförmig gewundenen Schaufeln u. s. w.

1) Beide Systeme sind abgebildet und beschrieben in dem Werke von Friedrich König: Die Pumpen. Jena, 1869 bei Hermann Costenoble. S. 125 u. 129.

Eine wichtige Verbesserung an den Centrifugalpumpen ist die Anordnung, mittelst welcher das Saugrohr mehr oder minder geneigt werden kann, so dass es sich der Böschung des Grabenufers bequem akkommodirt, und für den Transport, wenn die Pumpe auf Rädern gestellt ist, leicht aufgeschlagen werden kann.

Am unteren Ende des Saugrohres muss sich ein Ventil befinden, welches ein Zurückfliessen der im Rohre befindlichen Wassersäule verhindert, weil anderenfalls die Pumpe nur schwer im Stande ist, anzusaugen. Dieses Ventil besteht aus einer gewöhnlichen, zumeist aus Messing gefertigten oder aus Eisen mit Leder bekleideten Klappe, zu welcher man von der Seite Zutritt haben muss, um bei etwaigen Verstopfungen durch fremde Körper eine Reinigung vornehmen zu können. Derartige Fussventile verschiedener Form sind in Fig. 46, 47 und 48 dargestellt; Fig. 46 für eine vertikale, Fig. 47 für eine horizontale Rohrausmündung, Fig. 48 mit dem sehr empfehlenswerthen Saugkorbe, welcher das Hineingelangen fremder Körper verhütet, und so wesentlich zur Vermeidung von Betriebsstörungen beiträgt. Die ersten beiden Ventilkonstruktionen sind mit leicht schliessbaren Deckeln armirt, welche ein Oeffnen des Ventilkastens gestatten. Es versteht sich von selbst, dass durch das Fussventil keine Verengung der Saugleitung eintreten darf.

Fig. 46.



Das Fussventil bringt häufig Störungen im Betriebe der Centrifugalpumpe hervor, welche um so lästiger sind, als man nicht im Stande ist, schnell zu dem stets unter Wasser befindlichen Ventile zu gelangen. Dasselbe verstopft sich über-

dies leicht durch eingeführten Sand und Schlamm, da es während der Arbeit der Pumpe stets offen bleibt, der Sand sich also auf den Sitzflächen auflagern kann. Schlägt das Ventil in der Folge beim Stillstande der Pumpe wieder zu, so hört

Fig. 47.

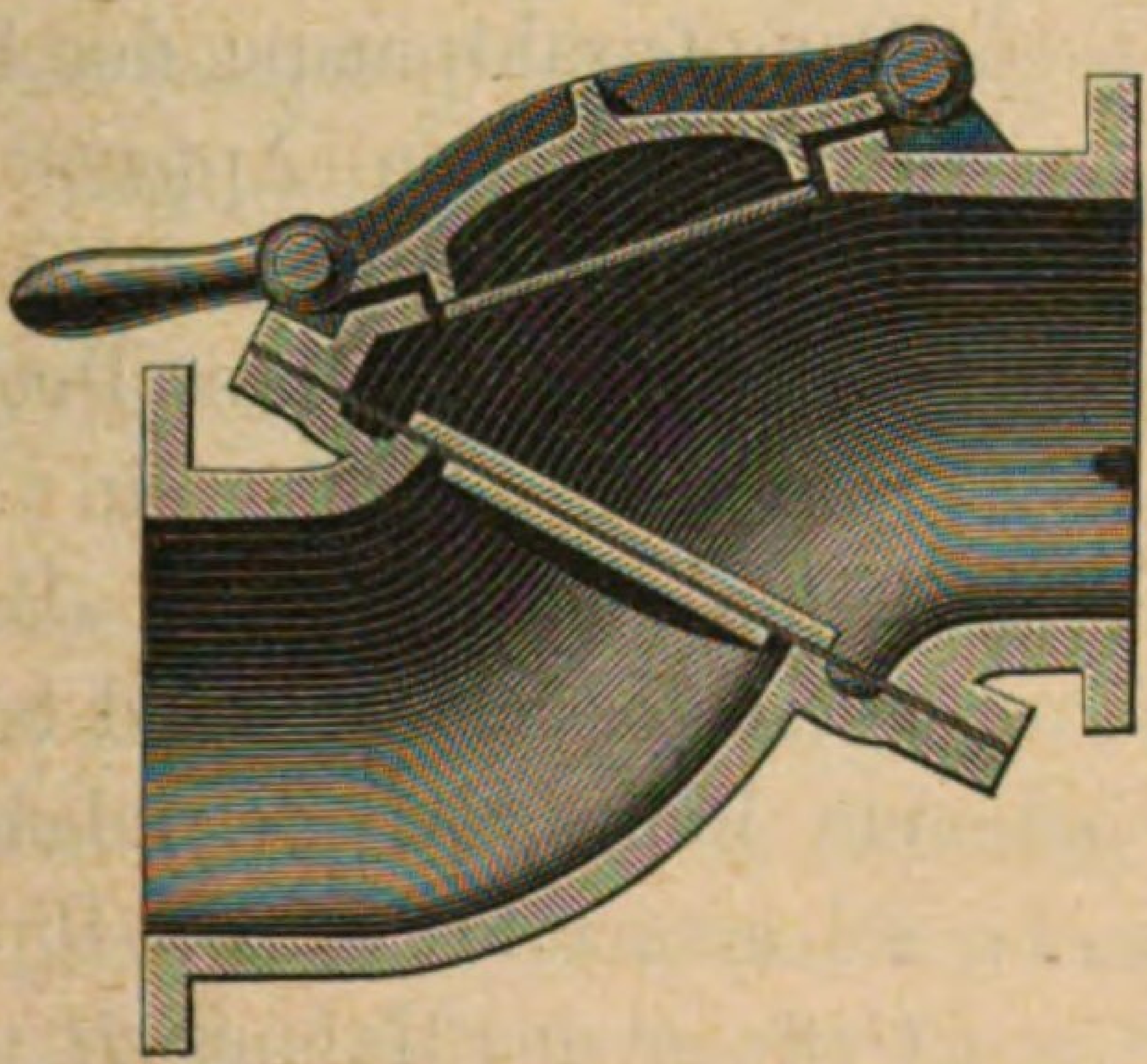
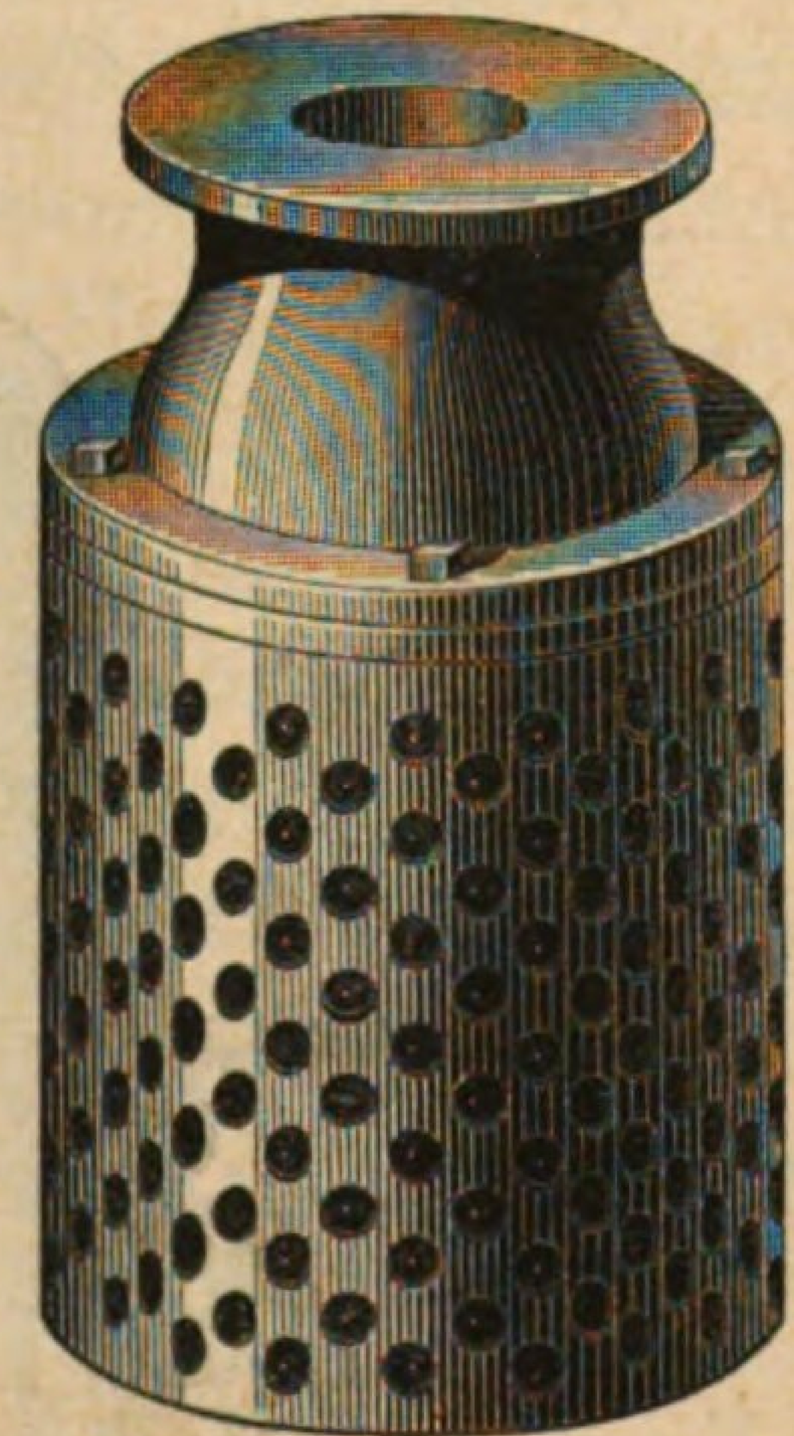
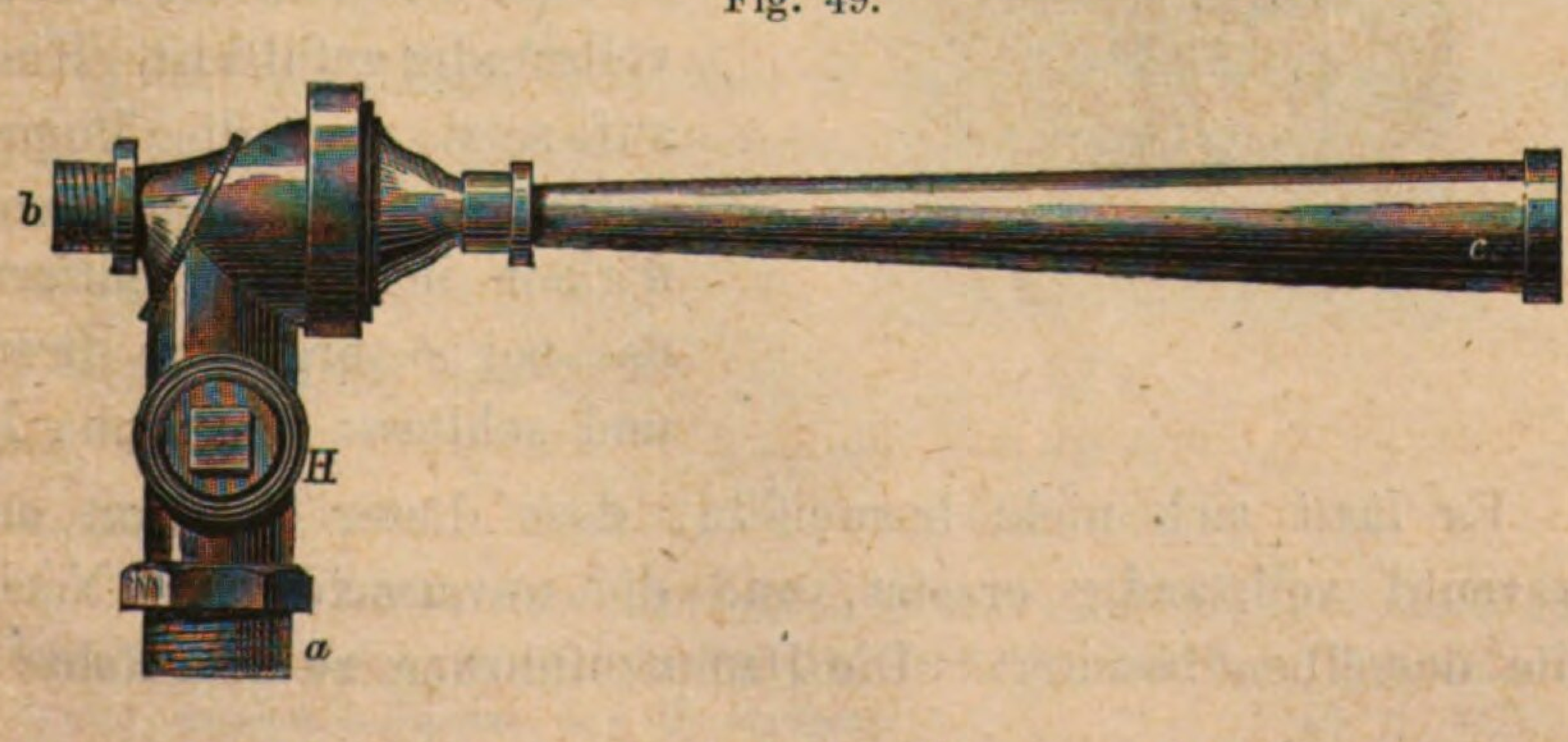


Fig. 48.



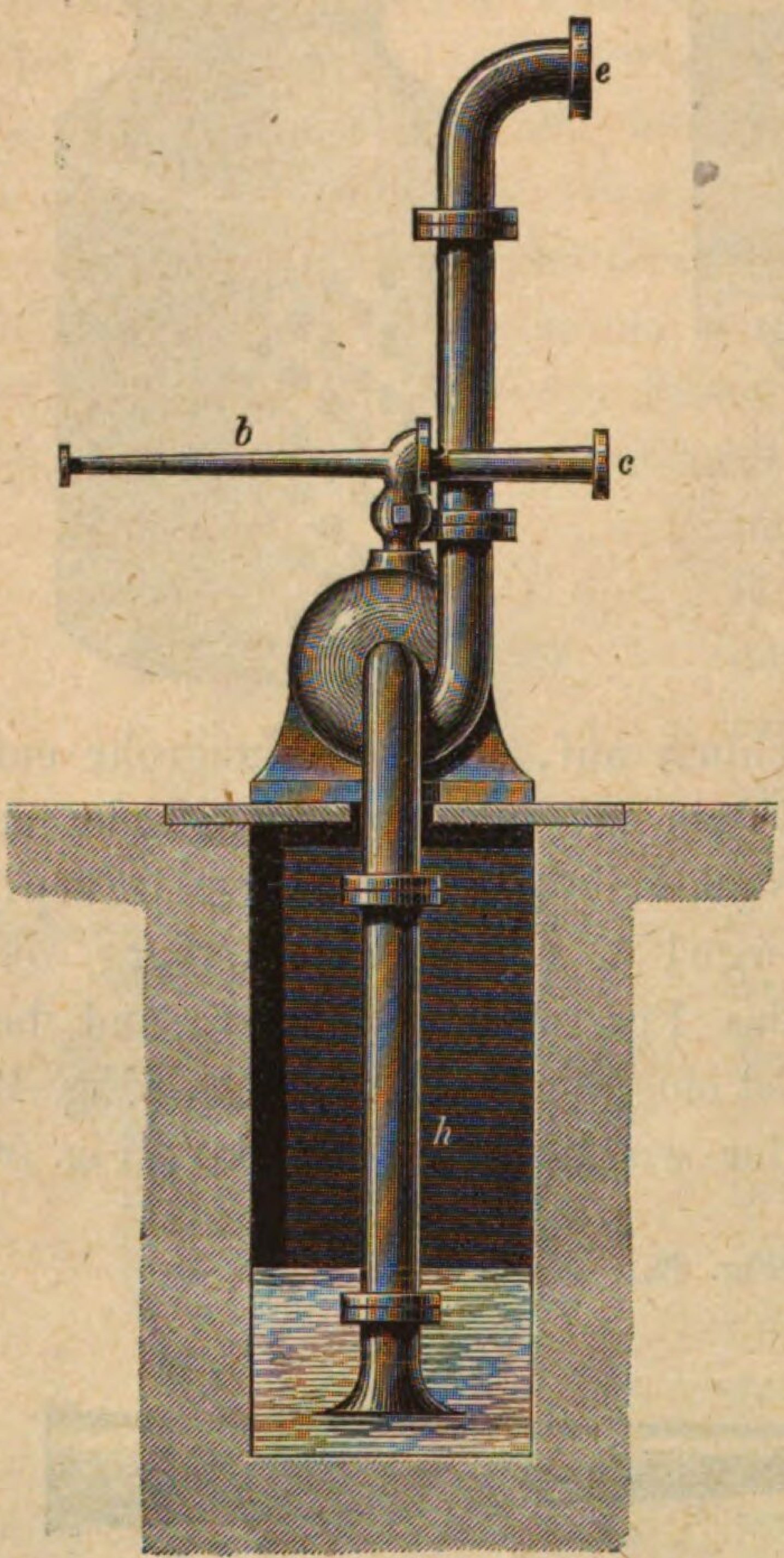
häufig der wasserdichte Abschluss auf, und das Saugrohr entleert sich. Hierdurch wird ein erneutes Ansaugen sehr erschwert. Dieser erhebliche Nachtheil wird durch den Dampf-Ejektionsapparat von Nagel & Kämp in Hamburg vermieden. Dieselben lassen das Fussventil ganz fort, und bewirken das Ansaugen vermittelst einströmenden Dampfes. Fig. 49 stellt diesen Apparat in $^1/_4$ der wirklichen Grösse dar, Fig. 50

Fig. 49.



die Art, wie derselbe auf der Pumpe angebracht wird. Mittelst des Gewindezapfens *a* wird der Apparat auf der höchsten Stelle des Pumpengehäuses aufgeschraubt. Derselbe besteht aus einem einfachen Düsensysteme, welches, sobald ein Dampfstrahl hindurch geht, saugend wirkt, in gleicher Weise wie dies bei der Giffard'schen Dampfstrahlpumpe der Fall ist. Um den Apparat in Betrieb zu setzen, wird die obere Mündung des Druckrohres *e* durch ein mit Lehm bestrichenes Brett verschlossen, während bei *b* ein Rohr vom Betriebskessel eingeführt wird. Durch Oeffnen des Hahnes *H* tritt jetzt Dampf in den Apparat, wodurch zunächst die Luft aus dem Rohre *h* und dem Pumpengehäuse entfernt wird. Das Wasser steigt somit nach, mischt sich kondensirend mit dem bei *b* eintretenden Dampfstrahle, und fliesst zuletzt durch das Rohr *c* ins Freie, so dass nunmehr die Pumpe vollständig gefüllt ist. Hierauf setzt man die Pumpe mit ihrer Normalgeschwindigkeit in Gang, entfernt das bei *e* vorgelegte Brett, und schliesst den Hahn *H*.

Fig. 50.



Es lässt sich nicht bezweifeln, dass dieser Apparat das Fussventil vollständig ersetzt, und die unvermeidlichen Nachtheile desselben beseitigt. Die Dampfzuführung zu dem Rohre *b*

wird zumeist keine Schwierigkeiten machen, da dieselbe durch ein Gummirohr erfolgen kann, welches nach der Inbetriebsetzung der Pumpe wiederum entfernt wird.

Der Preis des Apparates beträgt bei Schäffer & Budenberg in Bukau-Magdeburg 15 Thaler.

Die Centrifugalpumpen sind für beliebige Druckhöhen und Wassermengen verwendbar; eine Grenze in der Leistungsfähigkeit liegt nur darin, dass bestimmte Umdrehungsgeschwindigkeiten und Kraftübertragungen auf die Arbeitswelle aus rein praktischen Rücksichten nicht überschritten werden können. Wird die Geschwindigkeit zu gross, so gleitet der Betriebsriemen, welcher sich in Folge der Centrifugalkraft nicht mehr dicht an die Scheibe anlegt. Gewöhnlich vergrössert man beim Gleiten des Riemens die Scheibe, um den adhärirenden Umfang entsprechend grösser zu machen. Hierdurch würde aber im vorliegenden Falle, da die Centrifugalkraft in Folge der höheren Umfangsgeschwindigkeit wächst, der Fehler nur vergrössert werden.

Die Saughöhe ist nur gering zu nehmen, sowohl um das Eindringen von Luft nach Möglichkeit zu verhüten, als auch, um einen Ueberschuss an äusserem Luftdrucke zu erlangen. Aus diesem Grunde wird die Pumpe häufig vollständig in das Wasser eingelassen.

Nach Fink[1] ergeben sich folgende Konstruktionsregeln für die Centrifugalpumpe:

Durchmesser des Saug- und Druckrohres $d = 2{,}78 \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{2gH}}}$.

Q ist das Wasserquantum in der Sekunde, d in Fussen, H die Förderhöhe (Saug- und Druckhöhe zusammen).

Innerer Raddurchmesser $= 1{,}2\ d$.
Aeusserer „ $= 2{,}4\ d$.
Lichte Höhe des Rades innen $= 0{,}36\ d$.
„ „ „ „ aussen $= 0{,}18\ d$.

1) Theorie und Konstruktion der Centrifugalpumpen von C. Fink in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. XII, S. 1.

Für irgend einen zwischen diesen liegenden Durchmesser $x = 0{,}36 \frac{d}{x}$.

Konstruktion der Radschaufel: Man theile den Winkel 160° durch Radien in n gleiche Theile, desgleichen durch koncentrische Kreise die Radbreite. Der Durchschnitt des ersten Radius mit dem ersten Kreise, des zweiten mit dem zweiten u. s. w. giebt Punkte der Radschaufel.

Zahl der Schaufeln = 6.

Spiralförmige Erweiterung: Die Querschnitte wachsen auf der Peripherie gleichförmig bis 0,675 d, und erweitert sich dieses Rohr dann etwa auf eine Länge = 3 bis 4 d bis d

Peripheriegeschwindigkeit $= 1{,}25 \sqrt{2\,gH}$.

Wächst diese Geschwindigkeit bis $1{,}44 \sqrt{2\,gH}$, so ist die Leistung $= 1\frac{1}{2}\ Q$.

Fink konstruirt seine Centrifugalpumpen derartig, dass das Saugrohr in gleicher Weise wie das Druckrohr spiralförmig gekrümmt wird. (A. a. O. Taf. I).

Nachfolgende Tabelle giebt die Leistungen der Appold'schen Centrifugalpumpe von 31,4 Centimeter äusserem Raddurchmesser und 7,8 Centimeter Weite nach Versuchen von Morin.

	Reihenfolge der Versuche						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Förderhöhe in Metern	2,59	2,74	5,69	5,89	5,89	7,97	8,23
Wassermengen pro Sek. in Litern	9,54	7,44	5,27	5,61	5,67	4,96	3,00
Umdrehungen des Rades pro Min.	826	620	792	788	800	843	876
Nutzeffekt der Pumpe	0,58	0,70	0,65	0,68	0,65	0,40	0,46

Andere Versuche sind in der folgenden Tabelle (nach König a. a. O. Seite 124) zusammengestellt:

Durchmesser des Rades in Centimetern	Weite des Saugrohres in Centimetern	Weite des Steigrohres in Centimetern	Minutliche Wassermenge bei 9 Meter Förderhöhe in Litern	Minutliche Umdrehungen des Rades	Pferdekraft
30	7,5	5,0	1200	800	3—4
60	13,0	10,0	5000	400	10—14
90	25,0	22,0	20000	275	40

Die Leistung der Centrifugalpumpe berechnet sich im Ueberschlage, d. h. ohne Berücksichtigung der kleineren hydraulischen Widerstände, für welche letztere Weissbach a. a. O. Band III Seite 841 eine, für die Praxis etwas komplicirte Formel entwickelt, wie folgt:

$$N = \frac{Q.\ 1000.\ h}{75.\ 60},$$

worin

N die wirkliche Leistung des Motors in Pferdekräften = 75 Sekunden-Meterkilogramm,

Q das minutliche Wasserquantum in Cubikmetern und

h die Förderhöhe, d. h. Saug- und Druckhöhe zusammen, in Metern

bedeutet.

Die neueren Centrifugalpumpen liefern einen Nutzeffekt von 60 bis 70 Procent; mit Zugrundelegung von 66⅔ Procent als Nutzeffekt ergiebt die Formel:

$$Q = \frac{2.\ 75.\ 60.}{3.\ 1000}\ \frac{N}{h} = 3\ \frac{N}{h}.$$

Beispiel: Eine Centrifugalpumpe wird durch eine Lokomobile von 8 Pferdekraft betrieben; wie viel Wasser kann dieselbe in der Minute auf 9,5 Meter Förderhöhe heben?

Es ist

$$Q = 3.\ \frac{8}{9{,}5} = 2{,}52 \text{ Cubikmeter.}$$

Beträgt die Förderhöhe 4,75 Meter, so ergiebt sich die Leistung

$$Q = 3.\ \frac{8}{4{,}75} = 5{,}05 \text{ Cubikmeter.}$$

Rechnet man die täglichen Betriebskosten einer Lokomobile von 8 Pferdekraft, einschliesslich Zinsen und Amortisation (15 Procent incl. derjenigen der Pumpe) auf 200 Tage im Jahre vertheilt, zu 6 Thaler im Durchschnitte, so können mit diesem Betrage in 10 Arbeitsstunden

$$2{,}52.\ 60.\ 10 = 1512 \text{ Cubikmeter}$$

Wasser auf 9,5 Meter gehoben werden; demnach kostet das Cubikmeter

$$\frac{180}{1512} = 0{,}119 \text{ Silbergroschen;}$$

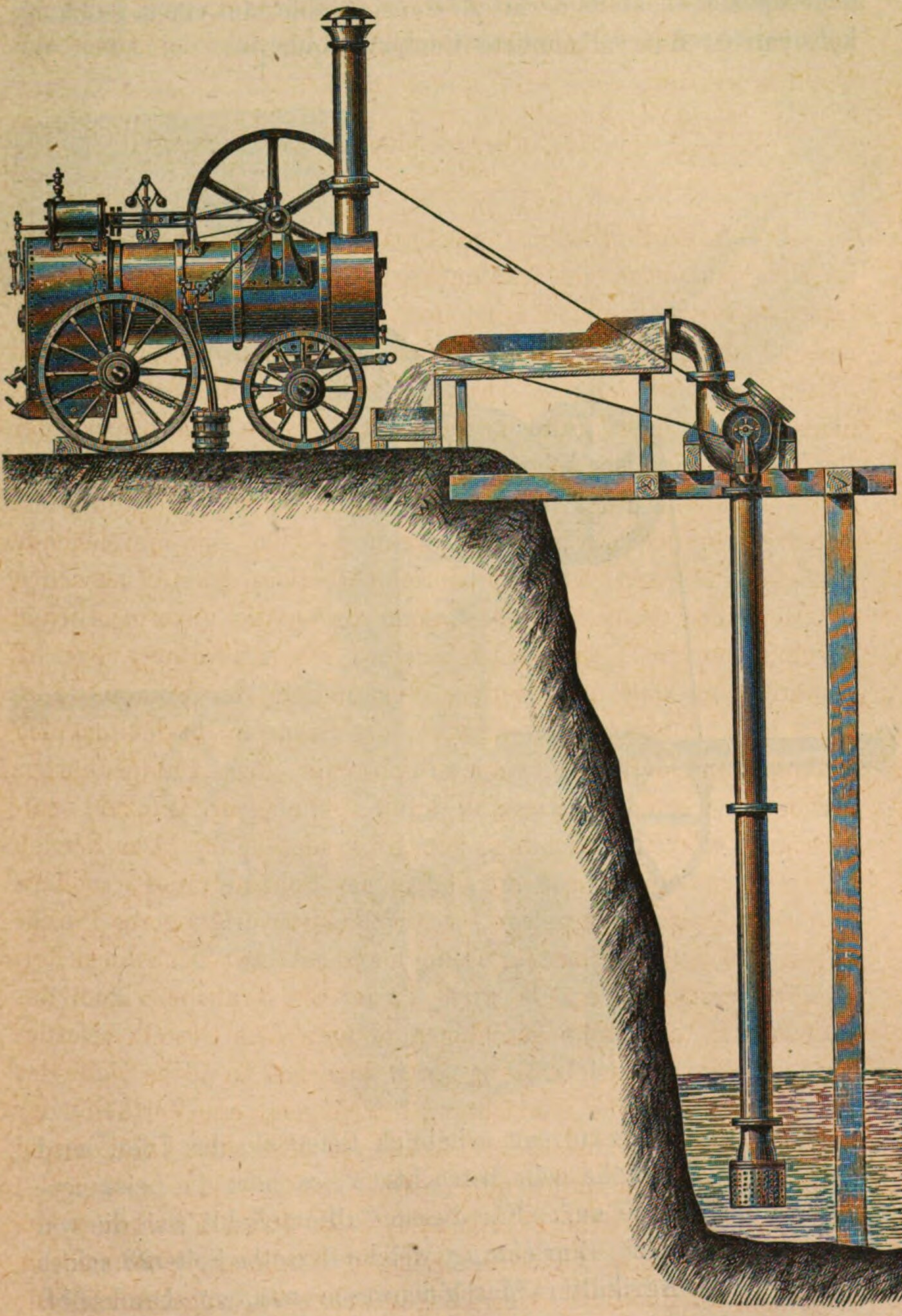
und auf 1 Meter Hubhöhe reducirt stellt sich der Preis des Cubikmeters auf

$$\frac{0{,}112}{9{,}5} = 0{,}012 \text{ Silbergroschen} = 0{,}15 \text{ Pfennige.}$$

Die Aufstellung der Centrifugalpumpen zum Betriebe richtet sich ganz nach den lokalen Verhältnissen; allgemeine Regeln lassen sich darüber nicht aufstellen. Eine der beiden, in Fig. 51 und 52 dargestellten Dispositionen wird man in den meisten Fällen anwenden können. Fig. 51, in welcher das Saugrohr vertikal abwärts geht, und unwandelbar fest an dem Körper der Pumpe befestigt ist, zeigt die Aufstellung eines vollständigen Gerüstes, welches die Pumpe trägt. Eine solche Anordnung ist selbstverständlich nur zulässig, wenn die Ufer eine hinreichende Festigkeit besitzen, um den Horizontalbalken des Gerüstes den erforderlichen Halt zu geben, und durch die unvermeidlichen Erschütterungen nicht nachzufallen. Die Anordnung Fig. 52 gestattet eine weit universellere Verwendung der Pumpe. Dieselbe ist hier auf Rädern montirt, das Saugrohr in Schildzapfen drehbar und luft- und wasserdicht mit dem Pumpenkörper verbunden, so dass dasselbe unter beliebigem Winkel, entsprechend der Uferböschung, geneigt werden kann. Der Betrieb erfolgt nicht direkt auf die Achse des Schaufelrades, sondern durch ein Zwischenvorgelege, wodurch ein zuverlässigeres Durchziehen des Betriebsriemens, wenn auch mit etwas erhöhtem Reibungswiderstande, erzielt wird. Für den Transport kann das Saugrohr in die Höhe geschlagen und an dem Gestell befestigt werden. Die Inbetriebsetzung kann hier fast an jeder Stelle des Ufers ohne bauliche Einrichtungen erfolgen, ein Vortheil, der um so erheblicher in's Gewicht fällt, je öfter eine Veränderung in der Aufstellung nothwendig wird.

Mehrere englische Fabrikanten, z. B. John Fowler & Co. in Leeds, fertigen Centrifugalpumpen ähnlicher Konstruktion, auf einem vollständigen, vierrädrigen Fuhrwerke angebracht. Die

Fig. 51.



Fabrik von Goetjes, Bergmann & Co. in Leipzig baut in neuester Zeit ebenfalls derartige transportable, auf einem geschickt konstruirten Karren montirte Centrifugalpumpen.

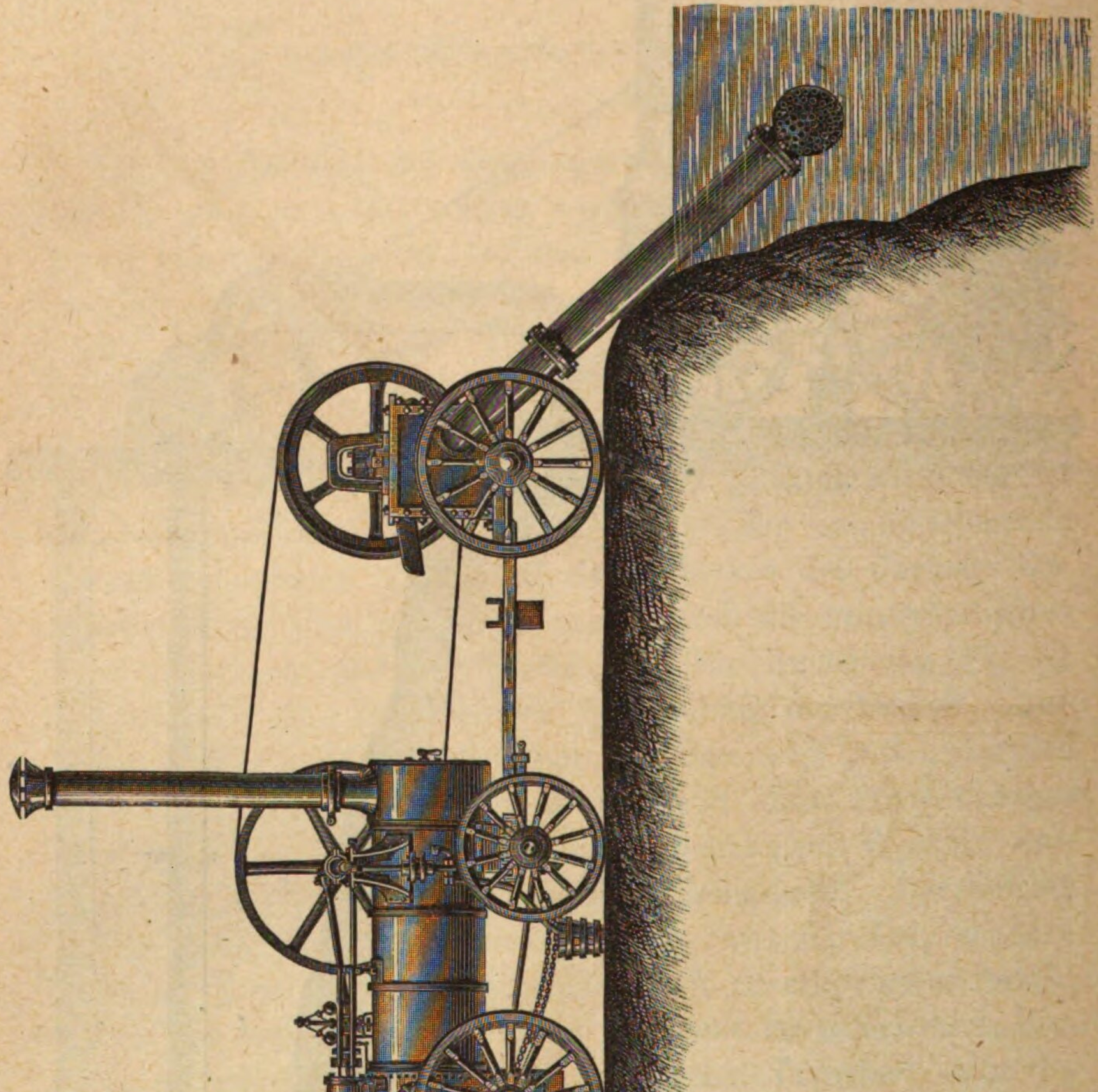
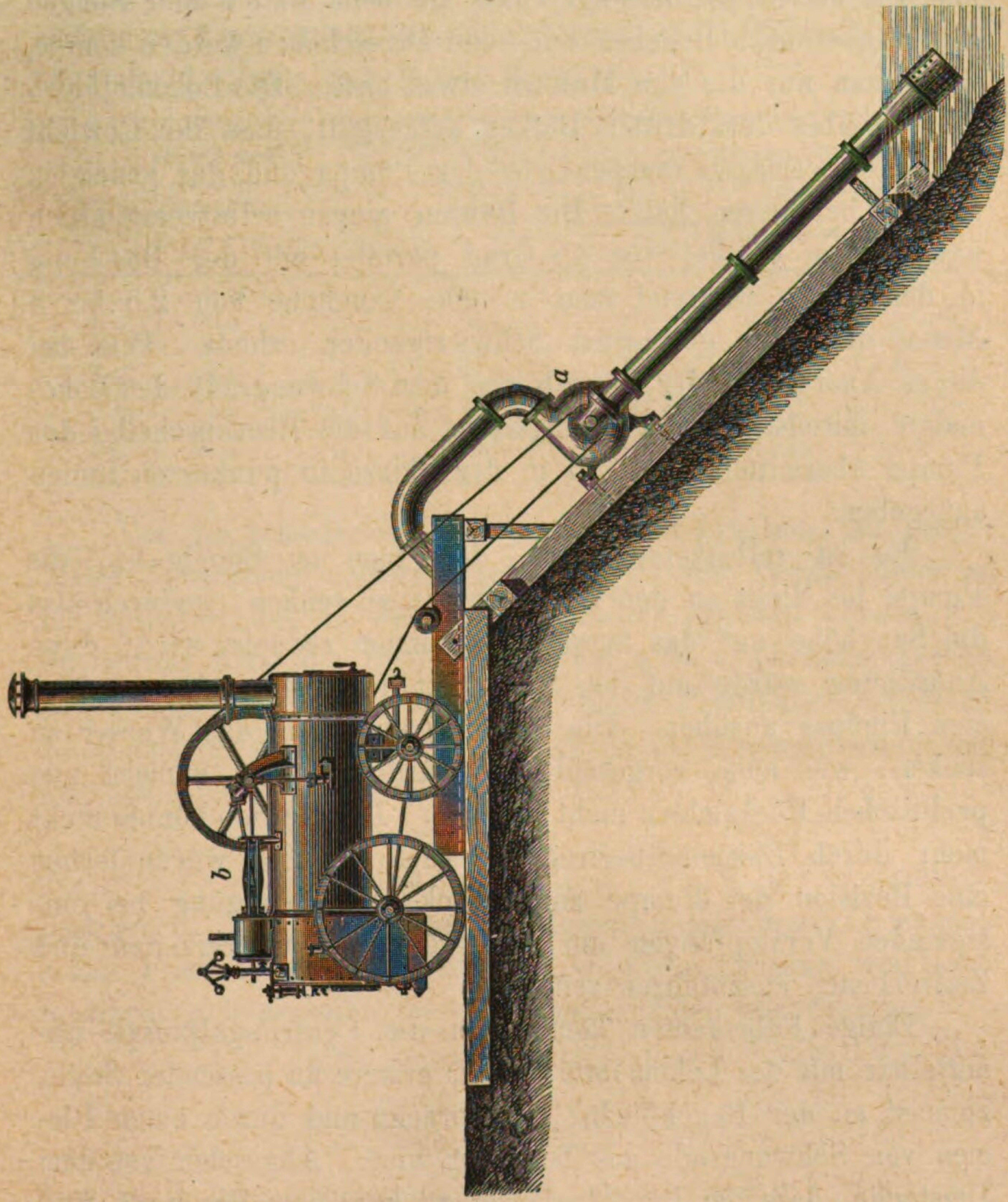


Fig. 52.

Liegt das Wasserniveau erheblich tiefer als das Ufer, wird demnach die Saughöhe sehr beträchtlich, so hört die Leistungsfähigkeit der Pumpe auf. Für diesen Fall empfiehlt sich die von Eyth zuerst benutzte Einrichtung, welche derselbe Seite 28 seines Werkes: „Das Agrikultur-Maschinenwesen u. s. w.“ beschreibt.

Die Uferböschung wurde unter einem Winkel von ungefähr 45 Grad abgegraben, Fig. 53, und auf dieselbe der Länge nach von oben nach unten zwei quadratische, 9,4 Meter lange Bal-

Fig. 53.



ken gelegt, welche oben und unten durch einen Querbolzen und eine Strebe verbunden waren. Oben, auf dem Plateau des Ufers, wurde ein dritter Balken in horizontaler Lage eingegraben, der dem Flusse zu zwischen den beiden ersten so hervor-

stand, dass er den oberen Verbindungsbolzen von unten packte, und ein Herabgleiten der Balken verhinderte. Auf den beiden geneigten Balken wurde die Pumpe *a* mittelst vier Schrauben und Flacheisen so befestigt, dass sie beim Fallen und Steigen des Flusses nach Belieben auf- und abgeschoben werden konnte, wenn man nur die vier Muttern etwas löste. Die Lokomobile *b* war so über dem dritten Balken aufgestellt, dass ihr Gewicht das gewissermassen suspendirte der Pumpe und der geneigten Balken balanciren half. Die Röhren gingen selbstverständlich unter einem Winkel von 45 Grad parallel mit der Böschung in den Fluss, während man so eine Saughöhe von 2,5 bis 3 Meter ohne die geringsten Schwierigkeiten erhielt. Wie bei dieser Anordnung der Betrieb von dem Schwungrade der Lokomobile mittelst einer Führungsrolle auf die Riemenscheibe der Pumpe übermittelt wird, ist in der Skizze in punktirten Linien angegeben.

Es ist selbstverständlich, dass man im Stande ist, die Pumpe bis dicht an den Wasserspiegel zu senken, wodurch also die Saughöhe auf das äusserste Minimum reducirt wird; diese Anordnung würde auf den Nutzeffekt der Pumpe den günstigsten Einfluss ausüben. Die Pumpe gänzlich in das Wasser zu senken, wie auch vorgeschlagen wurde, möchte zumeist aus praktischen Rücksichten nicht angehen. Der Betrieb könnte nicht mehr durch Riemen übertragen werden, und es würde ferner eine Revision der Pumpe zum Zwecke der Reinigung bei eintretenden Verstopfungen nur mit grössten Schwierigkeiten und Zeitverlusten auszuführen sein.

Einige Fabrikanten kombiniren die Centrifugalpumpe unmittelbar mit der Lokomobile, indem erstere an passender Stelle, zumeist an der Rauchbuchse, angebracht und durch einen Riemen vom Schwungrade aus betrieben wird. Abgesehen von dem Umstande, dass der Betriebsriemen zu kurz ausfallen muss, und demnach ein mangelhaftes Durchziehen desselben stattfindet, leidet diese Disposition vornämlich an dem Uebelstande, dass die Pumpe zu hoch zu liegen kommt, so dass die Saughöhe sehr beträchtlich ausfällt. Es werden sogar Fälle vorkommen,

wo dieser Umstand die vollständige Unmöglichkeit, die Pumpe in Betrieb zu setzen, mit sich führt.

Gwynne in London, dessen Centrifugalpumpen die ausdehnteste Verbreitung gefunden haben, giebt folgende Tabelle über die Leistung und Preise derselben.

Bezeichnung der Pumpe	Durchmesser des Saugrohres	Durchmesser des Druckrohres	Durchmesser der Riemenscheibe	Pferdekraft pro Meter Förderhöhe	Wasserquantum pro Minute in Cubikmetern	Preis der Pumpe in Thalern
	in Centimetern					
B	18,3	15,6	22,0	0,690	2,270	220
B 0	20,9	18,3	26,1	1,272	3,400	253⅓
BB	26,1	23,5	26,1	1,367	4,545	266⅔
1 B	26,1	26,1	31,2	2,226	6,815	333⅓
2 B	31,3	31,3	41,1	4,134	13,630	633⅓
3 B	41,8	39,2	47,0	6,996	22,700	933⅓
4 B	78,5	78,5	62,7	15,930	54,540	2666⅓
5 B	94,1	94,1	94,1	27,189	95,400	4333⅓

Um die erforderliche Betriebskraft zu erhalten, ist die pro Meter Förderhöhe nothwendige Kraft mit der Anzahl Meter zu multipliciren, bis zu welcher das Wasser gehoben werden soll. So würde z. B. die Pumpe *BB*, um 4,54 Cubikmeter Wasser auf 4 Meter zu heben, 1,367. 4 = 5,468 Pferdekraft erfordern. Nach unserer Formel (Seite 163) würde das Wasserquantum sich aus der Gleichung

$$Q = \frac{3.\ 5{,}468}{4} = 4{,}10 \text{ Cubikmeter}$$

bestimmen. Der Nutzeffekt ist demnach bei den Gwynne'schen Pumpen höher angenommen als 66⅔ Procent, und zwar bestimmt sich derselbe im vorliegenden Falle wie folgt:

$$x.\ 75.\ 5{,}468.\ 60 = 4{,}54.\ 1000.\ 4.$$

$$x = \frac{4{,}54.\ 1000.\ 4.}{75.\ 5{,}468.\ 60.} = 0{,}73.$$

In der That haben Versuche mit den neueren Gwynne'schen Pumpen dieses äusserst günstige Resultat geliefert; der Nutzeffekt wird jedoch im Allgemeinen nicht höher angesetzt werden dürfen, wie dies oben geschehen ist.

Gestatten die Verhältnisse die Aufstellung eines stationären Pumpwerkes, und liegt das Wasserniveau des Flusses nicht zu tief unter dem Aufstellungsorte der Maschine, so ist eine Anordnung, wie in Fig. 54 dargestellt ist, zu empfehlen. Bei dieser, von Ransomes, Sims & Head in Ipswich gewählten Disposition steht die Pumpe unmittelbar neben der Dampfmaschine; der Betrieb erfolgt durch ein Stirnradvorgelege von der Schwungradwelle, wobei das auf der letzteren befindliche grössere Rad mit Holzkämmen versehen ist, um bei der hohen Umdrehungsgeschwindigkeit einen möglichst ruhigen Gang zu erzielen.

Der Nutzeffekt dieser Maschinen wird sicherlich höher ausfallen, wie der der Lokomobilen, da bei letzteren häufig ein Gleiten des Betriebsriemens stattfindet, und so die Maschine nicht im Stande ist, ihre volle Kraft auf das Pumpwerk zu übertragen. Die Preise dieser Maschinen mit gewöhnlichem stationären Dampfkessel betragen bei 6 Pferdekraft 1833⅓ Thaler, wobei in der Minute 3,2 Cubikmeter Wasser auf 6 Meter Höhe gefördert werden sollen, bei 10 Pferdekraft 2700 Thaler, wobei in der Minute 5,5 Cubikmeter Wasser auf 6 Meter Höhe gefördert werden können. In den Preisen ist die Pumpe, der Betrieb derselben und die Saugleitung von 6 Meter Länge mit einbegriffen.

Eine auf demselben Principe beruhende Kombination einer feststehenden Dampfmaschine mit der Centrifugalpumpe ist in Fig. 55 dargestellt. Der Betrieb wird hier nicht durch Zahnräder sondern durch Keilräder von der Schwungradwelle auf die Welle der Centrifugalpumpe übertragen. Die Anordnung ist eine ausserordentlich kompendiöse und solide; sie rührt aus der Maschinenfabrik von M. Webers in Berlin her.

Für sehr bedeutende Wassermengen, wie sie zur Wässerung ausgedehnter Wiesenanlagen nothwendig werden, möchte jedoch, wenn das Wasser mittelst Dampfkraft gehoben werden muss, die Benutzung der Centrifugalpumpen nicht mehr angezeigt sein. Hier müssen rationell konstruirte Kolbenpumpen unmittelbar mit der Dampfmaschine verkuppelt werden, und eine gleiche Kolben-

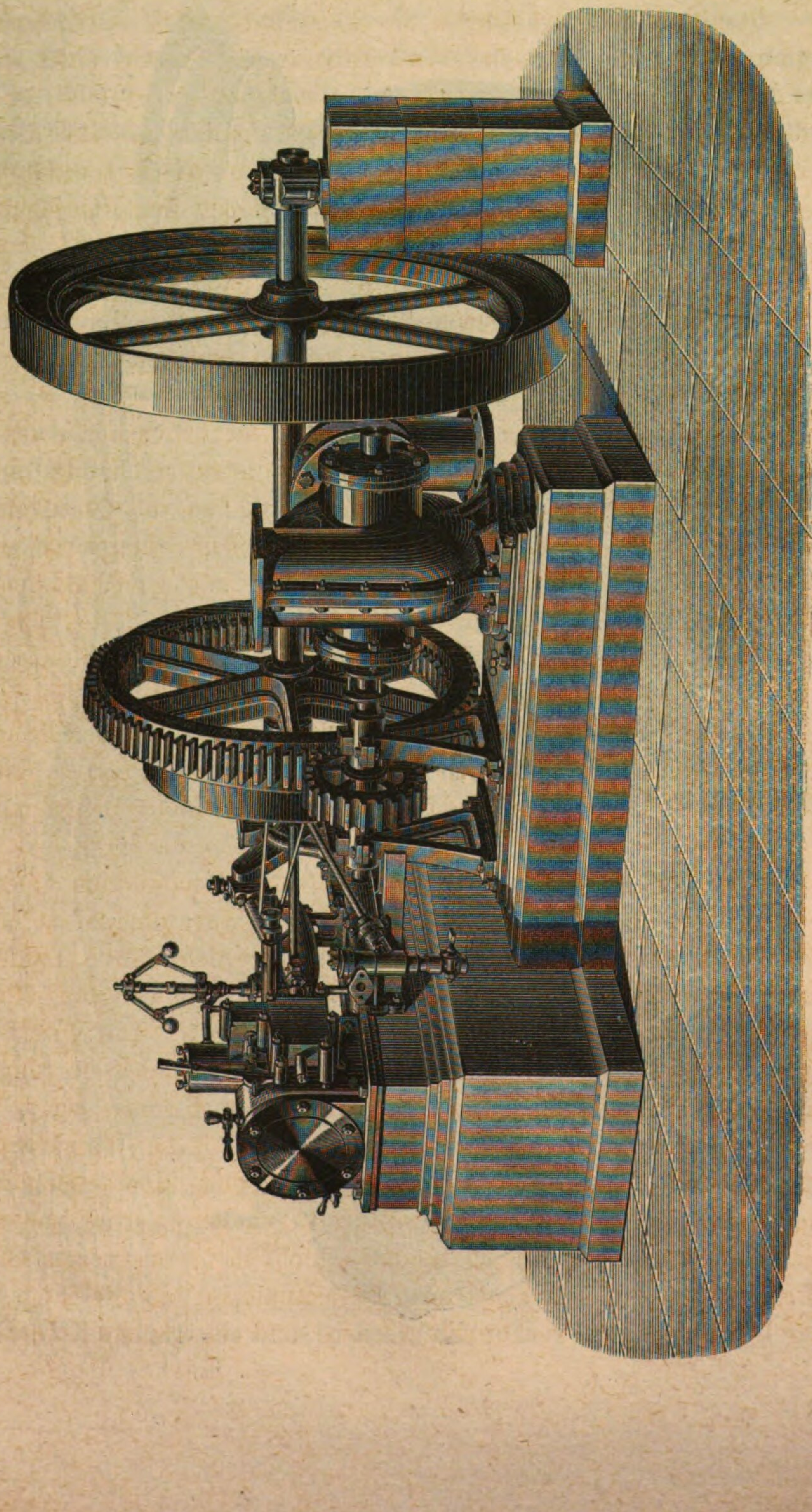


Fig. 54.

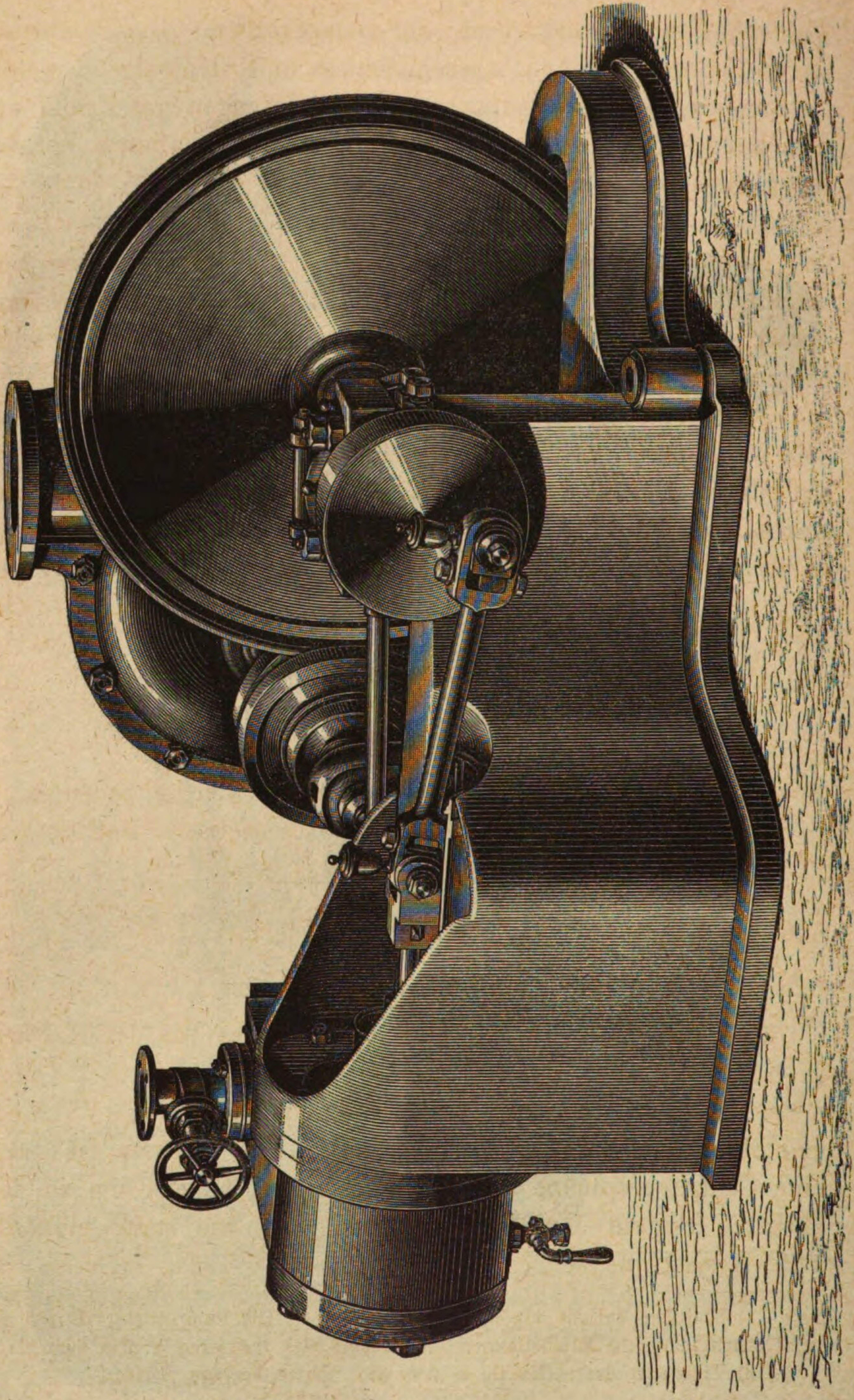


Fig. 55.

geschwindigkeit erhalten wie der Dampfkolben. Die Pumpenanlagen würden alsdann übereinstimmen mit denjenigen, welche in neuerer Zeit bei städtischen Wasserleitungen mit Erfolg und in ökonomischer Beziehung sehr günstigen Resultaten Verwendung gefunden haben.[1]

Wir wollen nun ermitteln, wie grosse Wiesenflächen beim künstlichen Heben des Wassers mittelst Dampfkraft von bestimmter Stärke bewässert werden können.

Bezeichnet A die Grösse der zu bewässernden Fläche in Hektaren und Q_1 das pro Sekunde und Hektar erforderliche Wasserquantum, so beträgt das für die Fläche A pro Sekunde erforderliche Wasserquantum Q_1 A. Bei wiederholter Benutzung des Abwassers sei n die Zahl der Abtheilungen, welche abwechselnd das ganze geförderte Wasser erhalten; das Quantum, welches demnach pro Sekunde gefördert werden muss, ist $\frac{A_1\ Q}{n}$.

Wir haben demnach zu setzen

$$\frac{Q_1\ A}{n} = Q = 3\ \frac{N}{h.\ 60.}$$

worin Q_1, N und h die oben angegebenen Werthe bedeuten.

Es folgt weiter die erforderliche theoretische Betriebskraft

$$N = \frac{60\ h.\ Q_1\ A.}{3n.} = \frac{20\ h.\ Q_1\ A.}{n.}$$

und die Grösse der zu bewässernden Fläche

$$A = \frac{N\ n.}{20.\ h.\ Q_1.}$$

Beispiel 1) Es soll eine Wiesenfläche von 15 Hektaren in 3 Abtheilungen gerieselt werden, und zwar mit 0,09 Cubikmeter Wasser pro Hektar und Sekunde, (das von Vincent empfohlene mittlere Wasserquantum).[2] Das Wasser ist durch eine Centrifugalpumpe 1,25 Meter hoch zu heben, um zu dem höchsten Punkte der Wiese zu gelangen; wie stark muss die Betriebsmaschine sein?

1) Hierüber enthält das König'sche Werk: „Die Pumpen etc.“ S. 169 u. f. recht beachtenswerthe Mittheilungen, auf welche hier verwiesen werden muss.

2) Vincent, der rationelle Wiesenbau. Dritte Auflage S. 44.

Wir setzen $A = 15$, $n = 3$, $Q_1 = 0{,}09$ und $h = 1{,}25$, und erhalten:

$$N = \frac{20.\ 1{,}25.\ 0{,}09.\ 15.}{3} = 11{,}25 \text{ (Netto) Pferdekraft.}$$

2) Bei dem Petersen'schen Wiesenbausysteme soll nach den Angaben von Turrentin und Dünkelberg eine weit geringere Wassermenge erforderlich sein; letzterer nimmt pro Morgen und Sekunde 0,12 Cubikfuss, oder pro Hektar und Sekunde 0,015 Cubikmeter an.[1] Wie gross ist die Fläche, welche bei diesem Wasserquantum mit einer Centrifugalpumpe und Lokomobile von 8 Pferdekraft bewässert werden kann, wenn das Wasser 2 Meter hoch zu heben ist, und eine zweimalige Benutzung des Wassers stattfindet?

Es ist zu setzen

$$Q_1 = 0{,}015,\ n = 2,\ h = 2 \text{ und } N = 8;$$

alsdann ergiebt sich nach Formel

$$A = \frac{8.\ 2}{20.\ 2.\ 0{,}015} = 26{,}6 \text{ Hektaren.}$$

Bei diesen geringen Wassermengen, welche freilich nicht viel mehr als ein Anfeuchten bewirken, lassen sich demnach verhältnissmässig grosse Flächen mit schwachen Betriebskräften bewässern, vorausgesetzt, dass das Wasser nicht sehr hoch zu heben ist.

Weiter lässt sich auch die Frage beantworten, was das Bewässern eines Hektars Wiesenfläche kostet. Erhält das Hektar pro Sekunde 0,09 Cubikmeter Wasser, und nehmen wir nach Seite 164 den Preis eines Cubikmeters Wasser, 1 Meter hoch zu heben, gleich 0,15 Pfennige, so stellt sich das Bewässern eines Hektars pro Sekunde auf $0{,}09.\ 0{,}15 = 0{,}0135$ Pfennige; demnach in 10 Stunden auf

$$0{,}0135.\ 60.\ 60.\ 10 = 486 \text{ Pfennige} = 1 \text{ Thlr. } 10 \text{ Sgr. } 6 \text{ Pf.}$$

Ist das Wasser 2 Meter hoch zu heben, so verdoppeln sich die Kosten u. s. w.

1) Dünkelberg, der Wiesenbau in seinen landwirthschaftlichen und technischen Grundzügen. S. 192.

Man ersieht aus diesen Zahlen, dass sich die Kosten nicht unerheblich herausstellen, dass dieselben aber beträchtlich reducirt werden, wenn man auf so starke Berieselungen verzichtet, wie sie Vincent für die normale Wassergewinnung empfiehlt, d. h. für die Fälle, wo das Wasser durch einen Stau oder direkt durch sein natürliches Gefälle auf die Wiese fliesst.

Ausser zu Bewässerungs- und Entwässerungszwecken, für welche am Schlusse dieses Abschnittes noch einige Beispiele aus der Praxis aufgeführt werden sollen, kann die durch Dampfkraft betriebene Pumpe in sehr vielen Fällen die vortheilhafteste Verwendung in der Landwirthschaft finden. Namentlich in dem Falle, dass ein Dampfkessel bereits zu anderen Zwecken vorhanden ist, wird die Aufstellung von Dampfpumpen zur Gewinnung und Leitung des in der Wirthschaft nothwendigen Wassers sehr empfehlenswerth sein. Man ordnet zumeist Dampfmaschine und Pumpe in gemeinschaftlichem Gestell und in kompendiösester Form an. Mit Aufstellung solcher kleinen Maschinen und Anbringung der erforderlichen Rohrleitungen ist man demnach im Stande, den Wasserbedarf für die Wirthschaft, namentlich für die Ställe, in einfachster Weise zu beziehen.

In neuester Zeit werden vielfach Dampfpumpen empfohlen, bei welchen, ohne Vermittlung durch die rotirende Bewegung einer Schwungradwelle, die alternirende Bewegung des Dampfkolbens unmittelbar auf den Pumpenkolben übertragen wird; die Hin- und Herbewegung des Dampfkolbens wird durch eine geeignete Steuerung bewirkt. Sehr viele dieser direkt wirkenden Dampfpumpen arbeiten jedoch unregelmässig und mit beträchtlichen Stössen, so dass sie weit grösserer Abnutzung unterliegen als die Dampfpumpen, in welchen eine Schwungradwelle eingeschaltet ist. Die relativ vorzüglichste dieser neueren Dampfpumpen scheint mir diejenige des Fabrikanten von Dampffeuerspritzen Merryweather in London zu sein, welche in Folge einer sehr geschickten Dampfvertheilung fast geräuschlos und mit günstigem Nutzeffekte arbeitet. Trotzdem

sind die Dampfpumpen mit Schwungradwelle bis jetzt immer vorzuziehen, und zwar in der Konstruktion, wie sie in Fig. 56 im Längendurchschnitte abgebildet ist.[1]

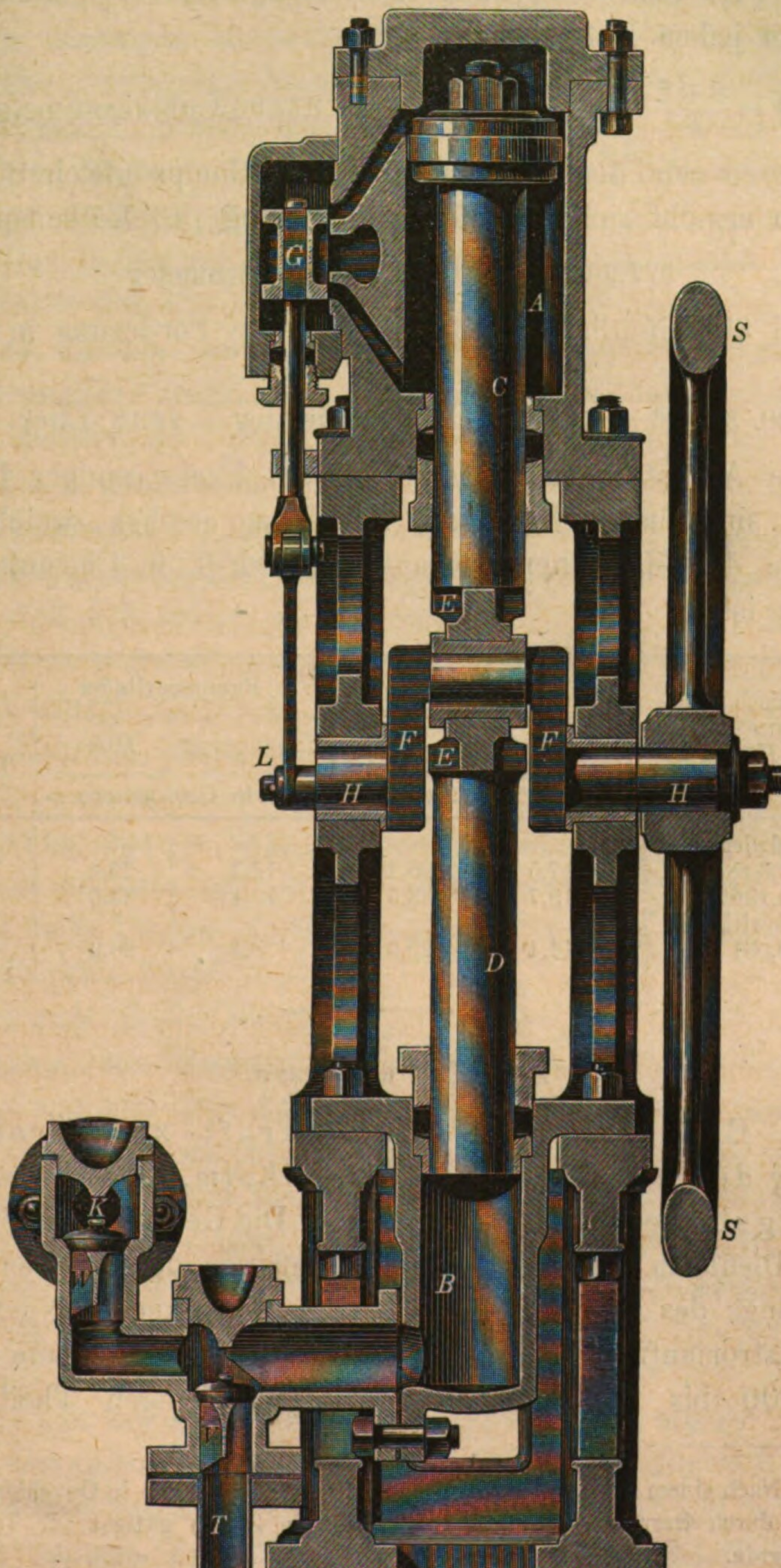
In einem gusseisernen, aus einem Kasten und zwei Böcken gebildeten Gestell ist oben der Dampfcylinder *A* und unten der Pumpenstiefel *B* befestigt. *C* ist die Kolbenstange des Dampfcylinders, *D* der Pumpenstiefel. *E* ist der Rahmen, in welchem sich der doppelte Kurbelzapfen *F* bewegt, welcher durch das Kolbenspiel die drehende Bewegung auf die Welle *H* überträgt. Durch das kleine, am Ende dieser Welle angebrachte Excenter *L* wird der Steuerungsschieber *G* betrieben, welcher, wie aus der gezeichneten Schieberstellung ersichtlich, mit ziemlich bedeutender Voreilung arbeitet. Das andere Ende der Welle *H* trägt das Schwungrad *S*.

Die Anordnung der Pumpe zeigt nichts Abweichendes von den gewöhnlichen Saug- und Druckpumpen. *T* ist ein Theil des Saugrohres, *V* das Saugventil, *W* das Druckventil und *K* das Druckrohr. Geht der Kolben *D* aufwärts, so bildet sich im Raume *B* eine Luftleere; das Wasser strömt in Folge des Atmosphärendruckes durch das Saugrohr ein, indem es das Saugventil öffnet. Beim Niedergange des Kolbens schliesst sich zunächst das Saugventil, während das Wasser durch das Ventil *W* in das Druckrohr gepresst wird. Die Pumpe wirkt demnach nur einfach; sie saugt das Wasser beim Aufgange des Kolbens und hebt dasselbe beim Niedergange. Pumpen für grosse Leistungen werden zumeist doppelt wirkend angeordnet, indem sie sowohl beim Aufgange als auch beim Niedergange Wasser fördern. Es bedarf hierzu zweier Ventile für das Saugen und Heben, welche zumeist in einer besonderen Abtheilung des Pumpenkörpers angeordnet werden.

Nebenstehend dargestellte Dampfpumpe besitzt einen Kolbendurchmesser von 5,8 Centimeter; der Hub der Maschine

1) Die Zeichnung dieser vielfach ausgeführten Dampfpumpe erschien zuerst in Wiebe's Skizzenbuche, Heft I, daraus in Weisbach's Mechanik Bd. III, S. 938.

Fig. 56.



beträgt 14,3 Centimeter, das theoretische Wasserquantum demnach bei jedem Kolbenspiele:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} h = \frac{22.\ 5{,}8.\ 5{,}8.\ 14{,}3}{7.\ 4} = 377{,}96 \text{ Cubikcentimeter.}$$

Setzen wir den Wirkungsgrad der Pumpe gleich 80 Procent, so ergiebt sich die effektive Leistung pro Kolbenspiel:

$$377{,}96.\ 0{,}8 = 302{,}36 \text{ Cubikcentimeter}$$

und bei 80 minutlichen Umdrehungen die Förderung in dieser Zeit:

$$80.\ 302{,}36 = 24188{,}8 \text{ Cubikcentimeter} = 24{,}18 \text{ Liter.}$$

Die Abmessungen, Leistungen und Preise einiger Dampfpumpen sind aus der folgenden Tabelle zu ersehen, welche dem Kataloge des Maschinenfabrikanten Merkel in Chemnitz entnommen ist.

Theoretische Leistung pro Minute bei 50 Hüben in Cubikmetern	Dampfcylinder		Pumpencylinder		Preis in Thalern
	Durchmesser	Hub	Durchmesser	Hub	
	in Centimetern		in Centimetern		
Doppelwirkend					
0,309	17,5	25,4	12,3	25,4	350
0,190	15,7	23,5	10,4	23,5	300
Einfachwirkend					
0,061	14,4	20,9	8,4	20,9	250

Ergebnisse der Praxis.

a) Benutzung der Dampfkraft zur Trockenlegung der Gemarkungen Oppenheim, Dienheim und Ludwigshöhe in Rheinhessen.[1] Die Gemarkungen Oppenheim, Dienheim und Ludwigshöhe umfassen den unteren Theil einer längs des linken Rheinufers sich erstreckenden Niederung, welche stromaufwärts von Oppenheim eine abwechselnde Breite von 2500 bis 7500 Meter besitzt. Diejenigen Theile der

1) Nach einem Berichte des Kreisbaumeisters Billhardt in Oppenheim, welcher mir durch Herrn Oekonomierath Krämer in Zürich gütigst zur Verfügung gestellt wurde.

benannten Gemarkungen, welche künstlich entwässert werden sollten, umfassen einen Flächeninhalt von 1250 Hektaren.

Der Untergrund besteht durchweg aus Kies und Sand von verschiedener Stärke des Kornes. Darüber ist eine Schicht thonigen, humosen Bodens gelagert, dessen Mächtigkeit zwischen 0,3 und 1 Meter abwechselt.

Die Höhenlage dieses Terrains, im Vergleiche zu einem Fixpunkte des Rheinspiegels, hat auf die Ertragsfähigkeit einen grossen Einfluss, weil die mehr oder weniger vollständige Entwässerung des fraglichen Geländes durch dessen relative Höhenlage bedingt ist. Die Ländereien liegen im Mittel 3 Meter und der tiefste Punkt dieses Terrains nur 1,5 Meter über dem Nullpunkte des Oppenheimer Pegels.

Dagegen wechselt der Wasserstand des Rheines zwischen 0,25 und 5,5 Meter am Oppenheimer Pegel, und es erreicht der Strom während des Sommers und Herbstes öfters auf längere Zeit hindurch die Höhe von 3 bis 4 Meter.

Während eines solchen Wasserstandes muss die Schleuse bei Oppenheim geschlossen bleiben, wodurch die natürliche Auswässerung der in Rede stehenden Ländereien vollständig unmöglich gemacht ist. Dieselben sind nämlich gegen den Rhein durch hohe Dämme eingeschlossen, deren Krone auf 6 Meter am Oppenheimer Pegel liegt.

Durch diese Dammanlage wurden die früher bei jedem Austreten des Stromes aus seinem Ufer entstandenen Ueberschwemmungen der Ländereien wohl abgehalten; man begab sich aber dadurch des Vortheiles, dass der Strom die Sedimente, welche derselbe bei höherem Wasserstande in grosser Menge mit sich führte, auf der Oberfläche der Ländereien niederlegen konnte, wodurch im Laufe der Zeit die Erhöhung und Verbesserung des fraglichen Geländes hätte bewirkt werden können.

Wenn bei einer Ansteigung des Rheines, welche die Höhe des vorhandenen Binnenwassers übertrifft, die Schleuse bei Oppenheim geschlossen und die Auswässerung auf natürlichem Wege längere Zeit hindurch nicht vor sich gehen kann, so

sammelt sich allmälig im Binnenlande durch die atmosphärischen Niederschläge eine bedeutende Menge Wasser an.

Unter diesen Verhältnissen tritt auch das Quellwasser in einem um so reichlicheren Maasse auf die Oberfläche der Ländereien, je grösser der Höhenunterschied zwischen dem äusseren Wasserstande und der Höhe des Terrains, d. h. also, je grösser der hydrostatische Druck, je durchlässiger der Boden auf den verschiedenen Gemarkungstheilen und je kürzer die Entfernung vom Hauptstrome ist.

Die binnendeichs eingetretenen Ueberschwemmungen, verursacht durch das Hinter- und Quellwasser, haben früher in wasserreichen Jahren oftmals einen ausserordentlich grossen Schaden verursacht, indem nicht selten die ganze Ernte auf einem Bezirke von 400 bis 500 Hektaren vollständig vernichtet worden ist. Der jährliche Reinertrag dieser ergiebigen Felder pro Hektar nur auf 40 Thaler angenommen, berechnet sich, abgesehen von dem Verluste an Dünger und den Störungen im landwirthschaftlichen Betriebe, bei der Ueberschwemmung einer Fläche von 400 Hektaren der Schaden in den drei Gemarkungen auf 16000 Thaler.

Die Senkung des Wasserspiegels im Rheine trat gewöhnlich in einer so späten Jahreszeit ein, dass die natürliche Entwässerung des überschwemmten Terrains erst dann erfolgen konnte, wenn die rechte Zeit zur Bestellung der Felder mit Winterfrüchten verflossen war.

Diese Verluste waren in den wasserreichen Jahren 1850 bis 1854 so fühlbar geworden, dass die begründetste Besorgniss wegen der gänzlichen Vernichtung des Wohlstandes der drei Gemeinden laut wurde, und dass man ernstlich auf zweckdienliche Mittel zur Abhülfe dieses Nothstandes bedacht war. Es wurde die Bodenbeschaffenheit der Ländereien untersucht, das periodische Ansteigen des Binnenwassers beobachtet und ausserdem durch Messung die Menge des Quellwassers zu bestimmen versucht, welches in gewissen Zeiträumen auf begrenzten Flächen zu Tage getreten war. Die letztbenannten Messungen ergaben verschiedene Resultate, indem hierauf die Boden-

beschaffenheit derjenigen Flächen, auf welchen die Ausschöpfung stattgehabt hatte sowie deren Entfernung vom Strome und der Höhenstand des Aussenwassers den naturgemässen Einfluss haben mussten. Das mittlere Ergebniss der verschiedenen Ausschöpfungsversuche wurde dahin festgestellt, dass die Höhe der Schicht des während 24 Stunden durch den Boden gedrungenen Wassers bei einer Höhenlage des Terrains von etwa 2,5 Meter des Oppenheimer Pegels 0,026 Meter betragen hat.

Der Flächeninhalt der dem Quellwasser ausgesetzten Ländereien wurde auf 562,5 Hektaren ermittelt.

Nachdem bestimmt war, dass die Entwässerungsanstalt in der Nähe der Oppenheimer Schleuse, als dem tiefsten Punkte und dem Ausflusse des Haupt-Entwässerungsgrabens, angelegt werden sollte, ermittelte man, dass bei einem Binnenwasserstande von 1,5 Meter Oppenheimer Pegel die Krescenz keinen Schaden erleide, selbst auf solchen von dieser Stelle entfernt gelegenen Ländereien, mit Ausnahme einiger ganz tiefer Felder und alter Kolke.

Die Höhe, bis zu welcher das Binnenwasser durch die Maschine zu heben ist, verändert sich mit dem äusseren Wasserstande, und muss also während der Schöpfzeit eine sehr verschiedene sein. Um die mittlere Hubhöhe festzustellen, war der Mittelwasserstand des Rheines während der gewöhnlichen Schöpfzeit wenigstens annähernd festzustellen, und von diesem Höhenmaasse das obige zulässige Höhenmaass des Binnenwasserstandes von 1,5 Meter abzuziehen.

Während der wasserreichen Jahre 1853 und 1854 hat die mittlere Wasserhöhe des Rheines in den Sommermonaten 3,56 Meter betragen. Um das Binnenwasser in den Rheinkanal zu bringen, war es demnach genügend, dasselbe von 1,5 bis 3,75 Meter, also um 2,25 Meter zu heben.

Nach obiger Darstellung beträgt die Menge des Quellwassers während 24 Stunden bei einem Flächeninhalte von 562,5 Hektaren 146250 Cubikmeter. Die Menge des Unterwassers wurde bei einer Flächengrösse von etwa 1250 Hektaren auf eine Wasserschichthöhe von 0,0025 Meter geschätzt, während

24 Stunden auf 31250 Cubikmeter. Die Menge des Quell- und Unterwassers zusammen beträgt demnach 177500 Cubikmeter.

Die zu hebende Wassermenge beträgt also in der Sekunde 2,054 Cubikmeter, und bei 2,25 Meter Hubhöhe berechnet sich die von der Maschine zu leistende Arbeit auf 4621,50 Sekunden-Meterkilogramm, sonach auf eine Nettokraft von $\frac{4621,5}{75}$ = 61,5 Pferdekraft und bei der Annahme von 60 Procent Nutzeffekt auf eine Stärke derselben von 102 Pferdekraft.

Die bauliche Anlage wurde in der Grösse hergerichtet, dass eine Dampfmaschine von der Stärke von 100 Pferdekraft darin aufgestellt werden konnte. Es wurde jedoch für räthlich befunden, diese Kraft auf zwei gleich starke Maschinen von je 50 Pferdekraft zu vertheilen, weil dann bei einer etwaigen Schadhaftigkeit der einen Maschine die andere noch wirksam sein konnte.

Zunächst wurde nun eine liegende Dampfmaschine von 50 Pferdekraft mit einer Centrifugalpumpe nach dem Systeme von Schwartzkopff in Berlin aufgestellt.

Sodann sollten die zur vollständigen Entwässerung der Ländereien erforderlichen Gräben unter entsprechender Verbindung mit dem nach dem Sammelbassin ziehenden Hauptableitungsgraben hergestellt werden. Mit Ausführung dieser Arbeiten ist man inzwischen, je nach dem Grade der Nothwendigkeit, vorgegangen.

Die Ausführung der Maschinenanlage erfolgte in den Jahren 1855 und 1856. Die Fundamentirung der Dampfmaschine ergab wegen der tiefen Lage der Baustelle Schwierigkeiten; zur Abhaltung des starken Wasserzudranges musste die ganze Fundamentgrube mit Spundwänden eingeschlossen werden. Der Maschinenschornstein wurde auf einem Pfahlroste gegründet.

Die Grundplatte der Centrifugalpumpe gleicht mit dem Nullpunkte des Oppenheimer Pegels ab, während die Sohle des Abzugskanales an der Zusammenmündung der beiden, von den Pumpen herführenden Seitenkanäle auf 2 Meter Höhe liegt. Der Abzugskanal ist mit einer Schütze versehen, um das Eindringen des Aussenwassers in den Maschinenschacht verhindern

zu können. Die Centrifugalpumpe, eine ältere Konstruktion nach dem Turbinensysteme, soll 60 minutliche Umdrehungen machen; bei mässigem Betriebe der Maschine finden jedoch gewöhnlich nur 40 Umgänge statt.[1]

Die Pumpenspindel wird durch konische Räder von der liegenden Dampfmaschine betrieben; der Cylinderdurchmesser der letzteren beträgt 0,52 Meter, der Hub 1,02 Meter. Zur Erzeugung des Dampfes dienen zur Zeit zwei, 10 Meter lange Kessel von 1,25 Meter Durchmesser. Der Kohlenverbrauch beträgt während 12 Stunden 50 bis 55 Centner.

Die Kosten für Erbauung der gesammten Maschinenanlage sowie des Abzugskanales berechnen sich im Ganzen auf 26440 Thlr.

Die seitherigen Leistungen der beschriebenen Entwässerungsanstalt haben die Voraussetzungen genügend gerechtfertigt, dass das Hinter- und Quellwasser auf den eingedeichten Ländereien vollständig beseitigt werden kann. Namentlich hat das Pumpwerk im Sommer und Herbste 1860, während welcher Zeit dasselbe bei einer Mittelhöhe des Aussenwassers von 3,125 Meter an 68 Tagen in Gang gesetzt worden war, einen bedeutenden Effekt geleistet, und es wurde damals die Krescens auf einem ausgedehnten Gebiete der drei eingedeichten Gemarkungen vor dem sicheren Untergange durch Quellwasser gerettet.

b) Die Entwässerung des Essenberger Bruches mittelst einer Centrifugalpumpe.[2] Etwas oberhalb Homberg an der Aachen-Ruhrorter Eisenbahn liegt das sogenannte Essenberger Bruch, ein seit undenklichen Zeiten bereits versandeter, ehemaliger Arm des Rheinstromes. Das Bruch bildet eine über Kies- und Sanduntergrund durch Schlickablagerungen aufgewachsene muldenförmige Fläche, welche als Wiese benutzt wird. Durch einen Hauptdeich ist es dem umbildenden Einflusse des Stromes sowie dessen verheerenden Ueberschwem-

1) Eine Zeichnung dieser Pumpenaufstellung befindet sich in der Zeitschrift für die landwirthschaftlichen Vereine des Grossherzogthums Hessen, Jahrgang 1865, Nr. 5.

2) Siehe: Erbkam, Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang XVI, S. 486 und Tafel 57 und 58.

mungen entzogen; dagegen ist es inneren Ueberschwemmungen ausgesetzt, welche seinen Ertrag sehr schmälern und nicht selten vollständig vernichten. Die Mulde bildet nämlich den Sammelplatz ziemlich reichhaltiger Niederschläge, welche von dem umliegenden, höheren Terrain theils in offenen Gräben, theils unterirdisch dorthin gelangen. Das Bruch verwandelt sich hierdurch sehr bald in einen See, wenn diese Wasser keinen Abfluss finden. Bisher war für solche nur mangelhaft gesorgt. Durch die Mulde war ein Abzugsgraben gezogen, welcher durch ein in dem Stromdeiche angebrachtes Siel in den Rhein mündete.

Wegen der relativ hohen Lage des Sielbodens war die Wirkung dieser Anlage nur eine sehr unvollkommene; sie wurde aber gänzlich aufgehoben, sobald bei höheren Wasserständen im Rheine das Siel sich schloss.

Solche Wasserstände wiederholen sich häufig, und es tritt dann die innere Ueberschwemmung ein, welche eine Fläche von 130 Hektaren trifft. Insbesonders nachtheilig sind diejenigen Ueberschwemmungen, welche fast regelmässig in den Monaten Mai, Juni und Juli eintreten, wenn der Schnee und das Eis in den Gebirgen der Schweiz sich lösen und dem Rheine ihre gewaltigen Wassermassen zuführen, die gewöhnlich eine Höhe von 4,39 bis 5,65 Meter am Essenberger Pegel erreichen und mindestens 4 bis 6 Wochen andauern. Um diese Zeit ist das Gras reif und die Heuernte im Gange; eintretende Ueberschwemmungen wirken demnach in dieser Zeit äusserst nachtheilig. Der Schaden, welchen das Bruch unter solchen Verhältnissen litt, wurde auf 50000 Thaler Kapital veranschlagt, wonach das Unternehmen einer künstlichen Trockenhaltung des Bruches zur Zeit der hohen Rheinwasserstände lohnend erscheinen musste, vorausgesetzt natürlich, dass der Kostenaufwand ein entsprechend mässiger sei.

Nach längeren Verhandlungen beschlossen die Interessenten die Aufstellung eines Pumpwerkes. Die Aufgabe wurde dahin zusammengefasst:

Behufs Trockenlegung des Bruches bei geschlossenem Siele sind im Maximum 0,15 Kubikmeter Wasser in der Sekunde zu

bewältigen. Das Binnenwasser soll dabei auf 2,82 Meter am Pegel gehalten werden.

Das Aussenwasser (im Rheine) steigt bis + 8,78 Meter am Pegel. Da es indessen nicht besonders nachtheilig ist, wenn das Bruch im Winter überschwemmt wird, so brauchen nur diejenigen Maximal-Wasserstände berücksichtigt zu werden, welche in die Vegetationsperiode fallen, und höchstens bis 5,65 Meter am Pegel reichen.

Danach bewegt sich die Niveaudifferenz des Binnen- und Aussenwassers, soweit sie in Betracht kommt, in den Grenzen + 2,82 und + 5,65 Meter am Pegel oder absolut in den Grenzen 0 und 2,82.

Das geförderte Wasser soll durch ein eisernes, durch den Rheindeich geführtes Rohr abfliessen. Der Kraftaufwand soll der zu verrichtenden Arbeit, welche wegen der Verschiedenheit der Zuflüsse und Förderhöhe nicht stets dieselbe ist, in allen Fällen möglichst entsprechen.

Nach diesen Bedingungen ist nun die Anlage ausgeführt worden. Das Bruchwasser sammelt sich in einem Teiche am Fusse des Rheindeiches, tritt von da, nachdem es zwei Gitter, welche gröbere Unreinlichkeiten zurückhalten, passirt hat, in den Pumpenraum. Hier wird das Wasser durch eine Centrifugalpumpe gehoben, und in ein, durch den Deich führendes Rohr gedrückt, aus welchem es in eine vorhandene, mit dem Rheine in offener Verbindung stehende Bucht abfliesst. Das Abflussrohr ist einerseits mit dem Druckrohre der Pumpen verbunden, auf der Rheinseite dagegen mit einer Schliessklappe versehen, welche während des Betriebes geöffnet, sonst aber geschlossen ist, um das Zurückfliessen des höher stehenden Rheinwassers zu verhindern. Die Mündung ist in eine gemauerte Nische gelegt, um sie vor Beschädigungen durch Eisschollen oder sonstige schwimmende Körper zu sichern. Die Sohle des Pumpenraumes liegt + 1,99 Meter am Pegel, das Ausgussrohr mit seiner Unterkante in demselben bei 3,45 Meter, an seiner Mündung + 2,51 Meter am Pegel, hat also 0,94 Meter Gefälle auf 19,3 Meter Länge.

Das gusseiserne Rohr hat 31 Centimeter lichten Durchmesser, 19 Millimeter Wandstärke und ist aus 2,8 Meter langen Stücken zusammengesetzt. Zwischen den abgedrehten Stossenden liegen 6 Millimeter starke Gummiringe.

Die Centrifugalpumpe steht möglichst tief in einem, aus Eisenblech zusammengenieteten, wasserdichten Kasten, welcher den Zweck hat, den Treibriemen und die Wellenlager der Pumpe bei deren tiefen Lage stets trocken und die Pumpe überhaupt für etwaige Reparaturen ausser Wasser zu halten. Die Lokomobile, durch welche die Pumpe betrieben wird, steht unmittelbar über diesem Kasten auf der Balkenlage eines einfachen Gebäudes. Der Kasten ist gegen den Auftrieb bei hohem Binnenwasser durch sein eigenes und das Gewicht der Pumpe geschützt; ausserdem lastet auch noch das Gewicht der Maschine auf dem Kasten, so dass ein Anheben desselben unmöglich ist. Den Boden des Kastens bildet eine gusseiserne Platte, welche zur Befestigung der Pumpe dient. Die Saugköpfe an den Enden der Saugröhren sind unmittelbar an dieser Platte angegossen.

Auf die Detailkonstruktion der Pumpe, welche nichts besonders Bemerkenswerthes darbietet, kann hier nicht weiter eingegangen werden.[1]

Die Lokomobile hat 10 bis 12 Pferdekraft; sie betreibt die Centrifugalpumpe mittelst einer direkten Riemenübertragung vom Schwungrade aus. Der Cylinderdurchmesser beträgt 26 Centimeter, der Kolbenhub 47 Centimeter. Die Maschine arbeitet mit veränderlicher Expansion und je nach dem erforderlichen Kraftaufwande mit $2^1/_2$ bis 4 Atmosphären Ueberdruck. Sie geht, abweichend von den meisten Lokomobilen, langsam, und zwar mit 44 Touren in der Minute. Das Schwungrad hat 1,88 Meter, die Riemenscheibe auf der Pumpenwelle 0,39 Meter Durchmesser; die Pumpe selbst macht daher rund 210 Umdrehungen in der Minute. Die Leistungsfähigkeit der Pumpe bestimmt sich aus der Formel:

1) Dieselbe ist in dem Aufsatze des Herrn Wernekink in Düsseldorf, a. a. O. S. 488, ausführlich beschrieben.

$$Q = 3\,\frac{N}{h}.$$

$N = 10$ Pferdekraft, $h = 2{,}82$ Meter genommen, ist

$$Q = 10{,}6 \text{ Cubikmeter pro Minute,}$$

während das zu hebende Wasserquantum nur 0,15. 60 = 9 Cubikmeter in dieser Zeit betragen soll.

Die angegebene Geschwindigkeit bezieht sich auf die erforderliche Maximalleistung; durch langsameren Gang der Maschine wird die letztere verringert, wenn die Förderhöhe oder die Zuflüsse oder beide zugleich abnehmen. Die geringste Förderhöhe ist von + 2,82 Meter Binnenwasser bis in die Mitte des Ausgussrohres (+ 3,61 Meter) 0,79 Meter.

Das einfache Maschinenhaus bietet nichts Bemerkenswerthes dar. Um den Pumpenraum bei höheren Binnenwasserständen trocken halten zu können, ist vor der Einflussöffnung eine Schütze angebracht, welche selbstverständlich während des Betriebes geöffnet wird.

Die lokomobile Dampfmaschine ist zum Betriebe gewählt worden, weil sie in der Anlage ungleich billiger ist als eine stationäre Maschine, weil sie ferner, wenn ein Deichbruch droht, leicht in Sicherheit gebracht werden kann, da sie bequem transportabel ist, und endlich, weil sie, indem ihr Dienst für die Entwässerung im Jahre nur etwa 60 Tage zu dauern pflegt, sich nutzbringend zu landwirthschaftlichen Arbeiten ausserhalb ihres gewöhnlichen Standortes verwenden lässt.

Die in Eschweiler gebaute Maschine hat sich bei ihrer bisherigen Benutzung seit dem Jahre 1861 als durchaus solide und zweckentsprechend bewährt.

Die Kosten der Anlage haben betragen:

1) Für die Lokomobile und Pumpe einschliesslich des eisernen Kastens, vollständig montirt und in Gang gebracht		3070 Thlr.
2) Für die Röhrenleitung durch den Rheindeich:		
a. das Rohr nebst Zubehör an Dichtungs- und Befestigungstheilen	266 Thlr.	
b. Erdarbeiten circa	74 „	
zusammen		340 „
3) Für das Maschinengebäude		1370 „
Summa		4780 Thlr.

c) Benutzung der Dampfkraft zur Bewässerung einer Wiesenfläche von 7½ Hektaren. Die Anlage ist von Herrn Zehe zu Wengelsdorf bei Weissenfels ausgeführt worden[1]; die Lokomobile nebst Centrifugalpumpe von 23 Centimeter Rohrdurchmesser wurden zur Arbeit gemiethet. Die Aufstellung der Pumpe musste derartig stattfinden, dass vom Wasserniveau bis zum Ausflusse der Pumpe das Wasser 5,33 Meter hoch gehoben wurde. Die Lokomobile hatte 10 Pferdekraft. Die mögliche Leistung ergiebt sich demnach unter Annahme eines Nutzeffektes der Pumpe von 66⅔ Procent auf 5,62 Cubikmeter in der Minute. Die Maschine wurde zuerst im Juli 1869 in Betrieb gesetzt. Der Wiesenboden war jedoch durch die Dürre des Sommers 1869 derartig zerklüftet, dass die Wassermasse förmlich vom Boden verschlungen und letzterer in einen vollständigen Brei verwandelt wurde, so dass nach viertägiger Arbeit einschl. zweier Nächte in Rücksicht auf die vorgeschrittene Jahreszeit der Betrieb für das Jahr eingestellt wurde, nachdem im Ganzen etwa 1½ Hektaren bewässert worden waren.

Inzwischen entwickelte sich ein mächtiger Graswuchs, und beim Mähen im September ergab sich ein eminenter Ertrag; es war auf den 1½ Hektaren mehr gewachsen als auf 5 Hektaren ungewässerter Wiesen dicht daneben. Reichlich 20 Centner gutes, trockenes Grummet wurde geerntet, während auf der ungewässerten Fläche nur 6 Centner in schlechter Qualität geerntet wurden.

Im Jahre 1870 wurde nach der Heuernte diese Bewässerungsmethode wiederholt. Die Ankunft der Maschine wurde abermals verzögert, so dass wiederum erst am 19. Juli angefangen werden konnte. Schwierigkeiten ergaben sich noch in Folge des zur Zeit eintretenden Mangels an Steinkohlen, welche nachträglich durch Holz und Braunkohlen ersetzt werden mussten. Es waren nach 144 stündigem Pumpen, welches sich

1) Zeitschrift des landwirthschaftlichen Centralvereines der Provinz Sachsen, Jahrgang 1871 S. 37.

auf 10 Tage vertheilte, etwa 7½ Hektaren gut bewässert worden.

Der Ertrag der Grummeternte war wieder ein sehr zufriedenstellender. Ungeachtet des fruchtbaren und nassen Sommers war auf den ungewässerten Wiesen nur etwa 32 Centner gutes Grummet gewachsen, während von den 7½ Hektaren gewässerten Wiesen 480 Centner, also 64 Centner pro Hektar, demnach im Ganzen 240 Centner mehr geerntet wurden.

Die Unkosten und Ausgaben zum Wässern der 7½ Hektaren waren folgende:

		Thlr.	Sgr.	Pf.
1)	Heranschaffung der Maschine und Pumpe mit 3 Paar Pferden à ½ Tag	4 Thlr.	— Sgr.	— Pf.
2)	Fortschaffen derselben ebenso	4 „	— „	— „
3)	Leihgebühren der Maschine für 143 Stunden, 12 Stunden = 5 Thaler	59 „	17 „	6 „
4)	Maschinist, 11 Tage à 1 Thlr.	11 „	— „	— „
5)	Kost für denselben à 10 Sgr., in 11 Tagen	3 „	20 „	— „
6)	Tagelohn für Abladen, Aufstellen, dreifaches Fortrücken und Fortschaffen der Lokomobile und Pumpe an 4 Mann in 3 Tagen = 12 Tage à 12 Sgr.	4 „	24 „	— „
7)	Tagelohn für 1 Mann zur Leitung des Wassers in den Gräben und theilweise Hülfeleistung des Maschinisten	4 „	24 „	— „
8)	17½ Hektoliter Steinkohlen	10 „	20 „	— „
9)	circa 3⅓ Cubikmeter Holz	6 „	— „	— „
10)	22 Hektoliter Braunkohlen	2 „	— „	— „
11)	Oel zum Schmieren der Maschine	2 „	— „	— „
12)	Insgemein für Abnutzung der Bretter zu Holzrinnen, Nägel u. s. w.	2 „	— „	— „
	Summa	114 Thlr.	15 Sgr.	6 Pf.

Es kosten demnach die 240 Centner Grummet Mehrertrag 114 Thlr. 15 Sgr., der Centner mithin 14 Sgr. 4 Pf.

Ausserdem ist für das folgende Jahr noch ein erheblicher Nutzen in der Heuernte zu erwarten, wie es sich bereits in diesem Jahre an den im Sommer 1869 bewässerten Stellen herausgestellt hat.

Es ist noch zu berücksichtigen, dass die Kosten hier in Folge der hohen Leihgebühren sehr erheblich ausfielen; dieselben würden nach der Seite 127 aufgestellten Berechnung, wenn die Lokomobile im eigenen Besitze ist, und noch anderweitig

möglichst lange beschäftigt wird, weit niedriger ausfallen. Der Mehrertrag der gewässerten Wiesen würde übrigens noch bedeutender hervorgetreten sein, wenn nicht der Sommer 1870 ein überaus fruchtbarer gewesen wäre, so dass selbst die ungewässerten Wiesen verhältnissmässig hohe Erträge lieferten.

d) Bewässerungsanlage des Freiherrn von Welk bei Riesa. Die Grösse der künstlich bewässerten Wiesenfläche beträgt 35,8 Hektaren, von denen 23 Hektaren früher Feld waren. Sie liegen sämmtlich in langen Streifen längs des linken Elbufers und werden von drei Stationen aus bewässert. Zur Hebung des Wassers aus der Elbe auf den sehr fruchtbaren aber zugleich sehr durchlassenden Aueboden dient eine Lokomobile von 10 Pferdekraft, welche einschliesslich der Centrifugalpumpe 2550 Thaler kostete. Der Preis der zur Leitung des Wassers erforderlichen 56 Meter eisernen Röhren betrug 500 Thaler, so dass die gesammte maschinelle Einrichtung 3050 Thaler kostete.

Zu Anfang wurde das Wasser senkrecht gehoben und durch hölzerne Rinnen, welche auf hohen Böcken lagen, nach dem Hauptgraben geführt. Wegen der Kostspieligkeit der jedesmaligen Aufstellung und der vielen Störungen, welche dadurch entstanden, dass der Wind die Böcke umwarf, das Wasser über die Rinnen trieb, den Boden aufweichte, so dass ein Rutschen der Böcke eintrat, liess der Besitzer in der Folge gusseiserne Röhren fertigen, welche nunmehr, durch Gummiringe zwischen den Flantschen gedichtet, die Leitung des Wassers besorgen. Der Durchmesser der Röhren beträgt 31 Centimeter; die Pumpe saugt das Wasser an, und drückt es auf eine Länge von 12 bis 15 Meter weiter, jedoch geht es auch noch weiter, wenn die Elbe sehr seicht ist. Die Leistung der Pumpe beträgt 7,2 Cubikmeter in der Minute.[1]

1) Die mögliche Förderhöhe bestimmt sich für dieses Wasserquantum nach der Formel

$$7{,}2 = \frac{3.\ 10.}{h},$$

also $h = \frac{30}{7{,}2} = 4{,}16$ Meter. (Vergl. Seite 163.)

Jeder Tag zu 20 Stunden kostet für $3\frac{1}{2}$ Thaler Steinkohlen (pro sächs. Scheffel = 103,82 Liter 12 Sgr. gerechnet). 1 Maschinist und 1 Heizer lösen sich Tag und Nacht ab. Ein Wiesenvoigt mit täglich 10 Sgr. Arbeitslohn ist ausserdem angestellt, um mit Hacke und Schaufel den Wasserlauf zu regeln und zu beaufsichtigen. Da durchschnittlich 90 Tage gewässert wird, so kostet die Unterhaltung (à $3\frac{1}{2}$ Thlr. Kohlen, $\frac{1}{3}$ Thlr. Oel und $1\frac{2}{3}$ Thlr. Löhne) $5\frac{1}{2}$. 90 = rund 500 Thlr.

Die Flächen sind sehr sorgfältig bearbeitet, theils zu Hängen und zur Staubewässerung, theils zu Rücken eingerichtet. Der Hangbau und die Staubewässerung haben sich am besten bewährt, der Rückenbau dagegen schlecht. Auf frisch aufgefahrenem Boden empfiehlt sich der Stau ebenfalls nicht. Alle Flächen sind sehr sorgfältig planirt, wozu oft bedeutende Erdbewegungen nothwendig waren. Die Kosten der Anlage betrugen pro Acker Wiese (1 sächs. Acker = 0,55 Hektaren) 100 Thlr.,

also zusammen für 65 Acker	6500 Thlr.
Hierzu Grassamen, wobei 42 Acker mit je 40 Pfund neu zu besamen, zusammen .	358 „
Ferner Superphosphat zur Kopfdüngung	126 „
Maschine .	3000 „
zusammen	9984 Thlr.
rund	10000 Thlr.

Diese 65 Acker geben jetzt schon je 75 Centner Heu und Grummet, also zusammen 4800 Centner und nach der Grummeternte bis zum Eintritte des Winters eine reichliche Weide für etwa 40 Stück Kälber, welche des Abends im Stalle nur Stroh aufgelegt bekommen. Den Werth der Weide veranschlagt der Besitzer zu 300 Thlr.

Der Centner Heu besitzt in Folge seiner vorzüglichen Beschaffenheit den Werth von $1\frac{2}{3}$ Thlr.; der Baarertrag beträgt, die Kosten der Ernte abgerechnet, rund 5000 Thlr.

Der durchschnittliche Ertrag war früher pro Acker 30 Thlr., also zusammen 65. 30 = 1950 Thlr.

Der Besitzer stellt nun folgenden Ertragskalkül auf:

Die Anlage bringt jährlich		5000 Thlr.
Davon gehen ab:		
1) Der frühere Ertrag	1950 Thlr.	
2) An Zinsen und Amortisation, 5 Procent der Bausumme	500 „	
3) Für Abnutzung der Maschine, 10 Procent von 3000 Thlr.	300 „	
4) Unterhaltungskosten	500 „	
Summa		3250 „
Bleibt Mehrertrag		1750 Thlr.

e) Bewässerungsanlage in Aegypten. Eine dortige Anlage eigener Konstruktion beschreibt Max Eyth in seinem bereits citirten Werke Seite 34; die wesentlichsten Daten über die Maschinenanlage sollen hier aufgeführt werden. Zum Betriebe dienen drei Dampfmaschinen, welche in einem elegant aus Eisen gebauten Maschinenraume aufgestellt sind. Die Maschinen haben je 30 Pferdekraft; die von diesen betriebenen Centrifugalpumpen sollen das Wasser im Maximum 9,4 Meter hoch heben.

Kessel und Maschine sind der Grundform nach Lokomobilen; die Maximaldampfspannung beträgt 8 Atmosphären. Die Maschinen ruhen vermittelst starker Fundamentplatten auf den Kesseln; sie sind mit 2 Cylindern versehen und es kann die Expansion von $^1/_7$ bis $^3/_4$ Cylinderfüllung variirt werden. Auf beiden Seiten der Schwungradwelle sind Schwungräder von 3,14 Meter Durchmesser und 0,23 Meter Breite angebracht. Die normale Umdrehungszahl in der Minute beträgt 108.

Der Kessel ruht am Rauchkammerende auf einem gusseisernen Stuhle, welcher mittelst vier kleiner Steinbolzen auf einem leichten Fundamente angeschraubt ist. Die Feuerbuchse steht, ohne weiter befestigt zu sein, auf einem gusseisernen Rahmen, welcher über einen Kanal gelegt ist. Im Grunde dieses Kanales ist ein Schienenstrang angebracht und auf diesem drei auf Rädern ruhende Aschenkasten. Dieselben sind durch eine Kette verbunden, können demnach leicht herausgezogen und entleert werden.

Die Pumpen sind vor den drei Maschinen angeordnet, mit einem Fussboden, welcher 2,5 Meter tiefer liegt als derjenige der Maschinen. Sie sind auf zwei langen Balken von 0,4 Meter im Quadrat angeschraubt, deren Enden noch in das seitliche Mauerwerk hineinreichen. Die Anordnung der Pumpen ist die gewöhnliche von Easton & Amos in London, mit metallenen Kreiseln versehen. Die Welle trägt auf beiden Seiten je eine Riemenscheibe von 0,57 Meter Durchmesser, welche von den beiden Schwungrädern der betreffenden Dampfmaschinen in Bewegung gesetzt werden.

Das Saugrohr der Pumpen hat einen Durchmesser von 41 Centimeter; es geht zunächst auf eine Länge von 2,8 Meter horizontal, alsdann unter einem Winkel von 45 Grad an der natürlichen Böschung des Ufers, wo das letzte von drei weiteren, 2,8 Meter langen Röhren in dem Fussventile (mit Eisenplatten beschlagenen Lederscheiben) und dem aus Blech gefertigten Saugkorbe endigt.

Das Druckrohr ist 2,5 Meter lang, mit einem Knie, welches das Wasser direkt in einen Kanal ausgiesst. Derselbe, aus Gusseisen, ruht auf der Frontmauer des Gebäudes, ist 0,94 Meter breit und 1,57 Meter tief, und mündet an einem Ende in einen steinernen Kanal von 1,25 Meter Breite und 0,94 Meter Tiefe.

Die angestellten Messungen ergaben folgendes Resultat über die Leistung dieses Pumpwerkes:

Niveaudifferenz	9,26 Meter.
Dampfdruck	105—115 Pfd.
Füllungsgrad	0,6.
Minutliche Umdrehungen	108—112.
Minutliches Wasserquantum	16,99 bis 17,3 Cubikmeter.
Stündlicher Kohlenverbrauch	42 Centner.

2. Die Dampfdreschmaschinen.[1]

Dreschmaschinen, durch Dampfkraft betrieben, sind bereits seit einer langen Reihe von Jahren in Anwendung; nachweislich

1) Ausführliches über die Konstruktion der Dampfdreschmaschinen enthält Rühlmann's Allgemeine Maschinenlehre, Bd. II, S. 522 und das Handbuch zur Anlage und Konstruktion landwirthschaftlicher Maschinen, Bd. I, S. 39 und Bd. II, S. 448.

wurden sie zuerst in Schottland benutzt, wo bereits in den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts stationäre Dampfmaschinen auf Gütern zum Betriebe der verschiedenen Futterbereitungsmaschinen aufgestellt waren. Zunächst bestand kein wesentlicher Unterschied in der Anordnung der Dampfdreschmaschine gegenüber der durch thierische Kraft in Bewegung gesetzten Dreschmaschine. Bald kam man aber darauf, der Dreschmaschine grössere Dimensionen zu geben, um die quantitative Leistung zu erhöhen, und das Zerschlagen des Strohes zu verhüten oder wenigstens zu vermindern. Zu dem Ende gab man der Dreschtrommel immer grössere Länge, bis sie bei stationären Dampfdreschmaschinen 1,5 bis 1,8 Meter lang gemacht wurde. Zu gleicher Zeit wurde auch die Konstruktion der Trommel erheblich geändert; sie erhielt glatte oder gerippte Schlagleisten anstatt der früheren, von dem Schotten Meikle zuerst angewendeten hervorstehenden Zähne. Man gab der Trommel ferner eine sehr hohe Umdrehungsgeschwindigkeit, wodurch der Reindrusch weit vollkommener gelang als bei den älteren Maschinen. Hierdurch musste aber die erforderliche Betriebskraft nothwendiger Weise erhöhet werden; 4 Pferde am Göpel reichten zumeist nicht hin, um Breitdreschmaschinen von 1,5 Meter Trommelbreite vortheilhaft zu betreiben. Bei der Anwendung der Dampfkraft war eine Beschränkung in der Betriebskraft meistens nicht erforderlich, da man gewöhnlich 6 bis 8 Pferdekraft zur Verfügung hatte. Dieser, zumeist vorhandene Ueberschuss an Betriebskraft brachte die Konstrukteure von Dreschmaschinen dahin, dieselben gleichzeitig noch zu einigen weiteren Operationen einzurichten; und so entstanden die mechanischen Vorrichtungen zum Abführen des Strohes, die unmittelbar mit dem Dreschapparate kombinirt wurden; ferner die Apparate, welche die noch lose in den Aehren des ausgedroschenen Strohes befindlichen Körner ausschüttelten, das Stroh demnach in eine starke schüttelnde Bewegung versetzten, die Strohschüttler, die in neuerer Zeit bei fast allen, durch Dampfkraft betriebenen Dreschmaschinen angewendet werden. Auch suchte man gleichzeitig mit dem Dreschen eine Reinigung und Sortirung

des Getreides vorzunehmen, indem man zuerst Dreschmaschine und Reinigungsmaschine durch denselben Motor in Bewegung setzte, bald darauf aber beide in einen einzigen Apparat kombinirte, und so die Maschine herstellte, welche das Getreide ausdrosch und sofort mehr oder minder vollkommen sortirt in Säcke ablieferte. Hierdurch entstand die kombinirte Dreschmaschine, welche meines Wissens zuerst von Garrett in Leiston gegen das Jahr 1848 ausgeführt wurde, und in England grossen Anklang fand.[1]

Mit der Ausbildung der Lokomobile, welche zur Zeit der ersten Londoner Ausstellung 1851 für den Gebrauch in der Landwirthschaft eingerichtet wurde, nahm auch die Konstruktion der Dampfdreschmaschinen eine veränderte Richtung an. Man setzte den Dreschapparat in gleicher Weise wie die Dampfmaschine auf Räder, und suchte die einzelnen Theile der kombinirten Maschine derartig kompendiös anzuordnen, dass in gleicher Weise wie bei der Lokomobile eine leichte Transportabilität ermöglicht wurde. Die mannigfachen Vorzüge der transportablen Dampfdreschmaschine traten in dem Maasse mehr hervor, als ihre Ausbildung weiter vorschritt. Die zuerst ziemlich ungeschickt in einander geschachtelten Apparate zum Dreschen und Reinigen wurden allmälig vereinfacht, in ihrer Disposition geschickter angeordnet; der Betrieb und die Bewegung des ausgedroschenen Getreides von dem Dreschapparate an bis in die Säcke nahmen immer einfachere Formen an. Freilich soll hier gleich von vorn herein bemerkt werden, dass die heutige transportable kombinirte Dreschmaschine, welche das Getreide marktfertig gereinigt in die Säcke liefert, immer noch derartig komplicirt und demzufolge leicht Betriebsstörungen ausgesetzt ist, dass eine grössere Vereinfachung wohl wünschens-

1) Diese ältere Garrett'sche Dreschmaschine beschreibt Andrews in dem Werke: Rudimentary Treatise on Agricultural Engineering, London 1852, Bd. II, S, 70.

In dem Werke: Recueil de Mécanique relatif à l'agriculture et aux arts, et description des machines économiques du C. Person. Paris. an X, wird bereits der Versuch, eine kombinirte Dreschmaschine herzustellen, dargelegt. Die Maschine ist aber für den praktischen Gebrauch gänzlich ungeeignet.

werth erscheinen muss. Wenn man freilich in Anschlag bringt, wie viele arbeitende Theile in dem Raume von wenigen Cubikmetern enthalten sind, so darf man den Konstrukteuren der Dampfdreschmaschine die höchste Anerkennung nicht versagen. Aber trotzdem machen die zahllosen Zufälligkeiten, welche bei dem Betriebe dieser Maschine eintreten können und demselben oftmals die grössten Hindernisse bereiten, eine einfachere Konstruktion dringend erwünscht. Dieser Umstand hat bereits jetzt zu verschiedenartigen Konstruktionen und Kombinationen der Dampfdreschmaschine Veranlassung gegeben, welche den verschiedenen Zwecken, zu welchen die Maschine benutzt werden soll, am besten entsprechen. Wir können danach die folgenden Gruppen der Dampfdreschmaschinen unterscheiden:

a) Die englische Dampfdreschmaschine. Dieselbe ist transportabel, auf einem vollständigen Fuhrwerke montirt, enthält neben dem Dreschapparate und mit diesem eng kombinirt Strohschüttler, Getreidereinigungsapparate, Elevatoren zum Heben der gereinigten oder halb gereinigten Frucht, Entgranner für Gerste u. s. w. und Separationstrommel. Der Betrieb erfolgt durch einen Riemen von einer Lokomobile aus.

Diese Maschine eignet sich am besten für das Dreschen im Freien und für Verleihanstalten.

b) Die einfache Dampfdreschmaschine. Ebenfalls transportabel; das Fuhrwerk ist in gleicher Weise wie bei der englischen Maschine angeordnet. In der Maschine befinden sich ausser dem Dreschapparate die Strohschüttler und eine Vorrichtung zur Entfernung der Spreu und des Kaffs. Die feineren Verunreinigungen werden nicht abgeschieden; ebenso findet keine Separation des Getreides nach der Grösse statt. Ein Elevator ist nur bei einigen dieser Maschinen vorhanden, und dient lediglich zur Hebung des Getreides in die Ausläufe. Die letzte Reinigung muss demnach durch eine gewöhnliche Getreidereinigungs- und Sortirmaschine besorgt werden. Der Betrieb erfolgt in gleicher Weise wie ad *a*).

c) Die einfache stationäre Dampfdreschmaschine mit Strohschüttlern. Diese Maschine wird in einem Raume

neben der Scheune fest aufgestellt, ohne Reinigungsapparate. Letztere befinden sich meistens unabhängig von der Dreschmaschine in dem Raume unter dieser, so dass das ausgedroschene Getreide unmittelbar in dieselben gelangen kann. Sie bestehen zumeist aus einer gewöhnlichen Windfege in grossen Dimensionen. Der Betrieb wird entweder von einer Lokomobile direkt oder mittelst einer Wellenleitung auf die Dreschmaschine übertragen, oder derselbe erfolgt in passender Weise von einer stationären Dampfmaschine aus, in neuerer Zeit vielfach mittelst Drathseiltransmission.

Eine Parallele zwischen diesen drei Gruppen von Dampfdreschmaschinen kann niemals zu Gunsten einer derselben unbedingt entscheiden. Jede wird an ihrem Platze vortheilhaft arbeiten, aber andererseits wieder in ihrem Betriebe mit mancherlei Nachtheilen verknüpft sein. Es sollen hier die wesentlichsten Vorzüge und Nachtheile dieser drei Gruppen zusammengestellt werden.

a. Die englische Dampfdreschmaschine.

Vorzüge:

1) Die Maschine liefert das Getreide marktfertig gereinigt und sortirt.

2) Sie eignet sich am besten zum Dreschen im Freien neben der Getreidemiete, wodurch Zeit erspart und kostspielige Scheunenanlagen vermieden werden.

3) Es finden keine Verluste durch das Transportiren der gedroschenen Frucht in die Reinigungsmaschine statt.

4) Die Leistung der Maschine lässt sich leicht kontroliren.

Nachtheile:

1) Die Maschine ist in Folge der vielen bewegenden Theile leicht Betriebsstörungen ausgesetzt; es finden häufig Verstopfungen statt.

2) Sie erfordert eine verhältnissmässig höhere Betriebskraft, als wenn die einzelnen arbeitenden Theile auseinandergezogen wären.

3) Der Preis dieser Maschine ist ein verhältnissmässig hoher; durchschnittlich 850 Thlr. bei 1,41 Meter Trommelbreite und 900 Thlr. bei 1,56 Meter Breite.

4) Die Kosten des Dreschens werden nicht unerheblich höher ausfallen als bei den anderen Maschinen, da Betriebskraft, Reparaturen, Zinsen und Amortisation bei gleicher Leistungsfähigkeit höher angesetzt werden müssen.

b. Die einfache Dampfdreschmaschine.

Vorzüge:

1) Die Maschine enthält nur wenige bewegende Theile; der Wegfall der zweiten Reinigung, der Sortirtrommel und meistens auch des Elevators vereinfacht den Mechanismus wesentlich und trägt sehr viel zur Verhütung von Brüchen und Verstopfungen bei.

2) Die Betriebskraft fällt in Folge des Umstandes ad 1) erheblich niedriger aus; 6 Pferdekraft genügen bei 1,41 Meter Trommelbreite.

3) Demzufolge werden sich auch die Kosten des Ausdreschens niedriger stellen, selbst wenn die Arbeit der Getreidereinigungsmaschine mit in Anschlag gebracht wird.

Nachtheile:

1) Die Anwendbarkeit dieser Maschine ist eine beschränkte, und zwar in Folge des Umstandes, dass das Getreide nicht marktfertig aus der Maschine gelangt. Beim Dreschen im Freien wird dieses zumeist verlangt und ebenso bei Maschinen, welche vermiethet werden, und ihre Miethe häufig nach der geleisteten Arbeit berechnen.

2) Beim Befördern des ausgedroschenen Getreides auf die Windfege treten Verluste ein, welche niemals gänzlich vermieden werden können.

Die Maschinen ad *a*) und *b*) gewähren gegenüber der stationären Maschine ad *c*) den Vortheil der Transportabilität; sie können überall aufgestellt werden. Der Aufstellungsort kann ohne bedeutenden Zeitverlust geändert werden; sie gestatten das Dreschen im Freien und unter Dach.

c. Die einfache stationäre Dampfdreschmaschine.

Vorzüge:

1) Die Maschine arbeitet am zuverlässigsten, da sie nur aus Dreschapparat und Strohschüttlern besteht; Brüche und Verstopfungen treten bei regelrechtem Betriebe fast niemals ein.

2) Die Betriebskraft fällt sehr niedrig aus, und stellt sich bei 1,56 Meter Trommelbreite auf 4 Pferdekraft.

3) Der Preis der Maschine ist im Vergleiche mit dem der transportablen Maschine ein sehr geringer; einschl. Strohschüttler und Windfege pp. 350 Thlr.

4) Die fixe Aufstellung sichert den bewegenden Theilen der Maschine einen weit ruhigeren Gang als dies bei Maschinen, welche auf Rädern ruhen, möglich ist; eine genaue Aufstellung wird ermöglicht, und es fallen demnach Abnutzung und Betriebskraft niedriger aus.

Nachtheile:

1) Die Maschine gebraucht einschliesslich der Windfege einen ziemlich bedeutenden Raum zur Aufstellung, welcher, um zeitraubendes und kostspieliges Transportiren des Getreides zu vermeiden, am besten in zwei Etagen anzuordnen ist.

2) Die Anwendbarkeit der Maschine ist eine beschränktere als die der beiden ersten Systeme.

In der Leistungsfähigkeit werden die Maschinen der drei Systeme keine erheblichen Abweichungen zeigen, vorausgesetzt, dass die Dampfmaschine die hinreichende Betriebskraft entwickelt. Die durchschnittliche Leistung hängt vor Allem ab von der Trommelbreite, und erreicht ihr Maximum bei derjenigen Breite, bei welcher man im Stande ist, das Getreide vollkommen parallel der Trommelachse einzulegen. Werden die Trommeln noch breiter gefertigt, so nehmen die Maschinen an Leistungsfähigkeit nicht zu. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass die Maschinen bei ziemlich gut lohnendem Roggen und Weizen folgende durchschnittliche Leistungen ergeben:

Trommelbreite	Tägliche Leistung in Hektolitern	Betriebskraft bei der Maschine		
		1.	2.	3.
1,41 Meter	110 bis 135	8	5	$3^1/_2$
1,56 Meter	150 bis 190	10	6	4

Als Resultat dieser Betrachtungen ergiebt sich:

1) Die Dreschmaschine des englischen Systemes eignet sich am vorzüglichsten für Verleihanstalten und für das Dreschen im Freien.

2) Die einfache Dampfdreschmaschine empfiehlt sich für einzelne Wirthschaften, bei denen die Maschine in verschiedenen Scheunen und Vorwerken zu arbeiten hat.

3) Die stationäre Dampfdreschmaschine ist überall da zu empfehlen, wo der Betrieb von einem feststehenden Motor aus erfolgt, oder wo eine Ortsveränderung der Dreschmaschine niemals in Aussicht genommen ist.

Man ersieht hieraus, dass die Maschine ad 2) die umfassendste Verwendbarkeit gestattet.

Es mag sich hieran gleich die Erörterung der Frage knüpfen, ob das Dreschen im Freien oder unter Dach das empfehlenswerthere ist. Auch diese Frage wird sich nicht positiv zu Gunsten der einen oder anderen Methode beantworten lassen, wie gleich ersichtlich werden wird.

Das Dreschen im Freien gewährt den Vortheil, dass die Arbeit unmittelbar nach der Ernte beginnen kann, da die Zeit zum Einfahren erspart wird, dass der bei einigen Fruchtarten, namentlich dem Raps unvermeidliche Körnerverlust beim wiederholten Auf- und Abladen vermieden oder zum Mindesten sehr beschränkt werden kann, dass keine kostspieligen Scheunenbauten auszuführen und zu unterhalten sind. Dagegen aber den Nachtheil, dass eine genaue Aufstellung für den Betrieb schwer zu bewirken und zu erhalten ist, dass bei eintretendem Regen oder heftigem Winde die Arbeit unterbrochen werden muss. Dieser letztere Umstand wird häufig den Vortheil der schnelleren Arbeit vollständig ausgleichen. Während man früher, noch vor wenigen Jahren, die Möglichkeit, im Freien zu

dreschen, als einen Hauptvorzug der englischen Dampfdreschmaschinen hinstellte, kommt man heute in vielen Gegenden davon wieder zurück. Man stellt die Dreschmaschine auf der Scheunentenne auf und die Lokomobile vor der Scheune. So kann die Arbeit stetig, selbst bei ungünstigem Wetter gefördert werden, namentlich, wenn bei der Anlage der Scheune von vornherein auf die Aufstellung der kombinirten Dreschmaschine Rücksicht genommen wurde.

Man gelangt durch diese Betrachtung zu dem Resultate, dass das Dreschen im Freien nur in Ausnahmefällen und für Raps und ähnliche leicht ausfallende Fruchtarten empfehlenswerth ist, dass dagegen in der Regel das Dreschen im bedeckten Scheunenraume vorzuziehen sein wird.

d) Die Konstruktion der Dampfdreschmaschine.[1]

Aus dem Durchschnitte Fig. 57 sind die wesentlichsten inneren Theile der Dampfdreschmaschine von Clayton, Schuttleworth & Co. in Lincoln, der berühmtesten Fabrik dieser Maschinen, zu ersehen. *A* ist die Dreschtrommel mit den acht Schlagleisten *a a*, welche aus schmiedbarem Gusseisen gefertigt, und mit schrägstehenden Rippen versehen sind. Die Richtung dieser Rippen geht bei je zwei, auf einander folgenden Schlagleisten einmal von rechts nach links, bei den folgenden von links nach rechts.[2] Die Schlagleisten ruhen auf einer Holzunterlage, welche an der Seite mit einer starken Bandeisenschiene bekleidet ist, um ein Absplittern des Holzes zu vermeiden.

1) Dem Zwecke dieser Schrift entsprechend, soll hier nur die Anordnung der kombinirten Dreschmaschine an zwei bewährten Beispielen erläutert werden; detaillirte Beschreibung der verschiedenen Konstruktionen mit Zeichnungen befinden sich im Handbuche zur Anlage und Konstruktion landwirthschaftlicher Maschinen; Bd. I, S. 5 und Bd. II, S. 441. Jena 1866; ferner im Wochenblatte der Annalen der Landwirthschaft, Jahrgang 1866, S. 295, 305, 312 und 328, sowie in Rühlmann's Allgemeiner Maschinenlehre, Bd. II, S. 522, Braunschweig, 1865.

2) In der Zeitschrift des landwirthschaftlichen Centralvereines der Provinz Sachsen, Jahrgang 1869, S. 276, habe ich gezeigt, dass die Form der Schlagleisten keinen Einfluss auf den Reindrusch ausüben kann, wenn sonst die Maschine normal gebaut ist.

Der Dreschmantel *B* besteht aus zwei Theilen, welche durch Gelenke *b* mit einander verbunden sind, und unabhängig

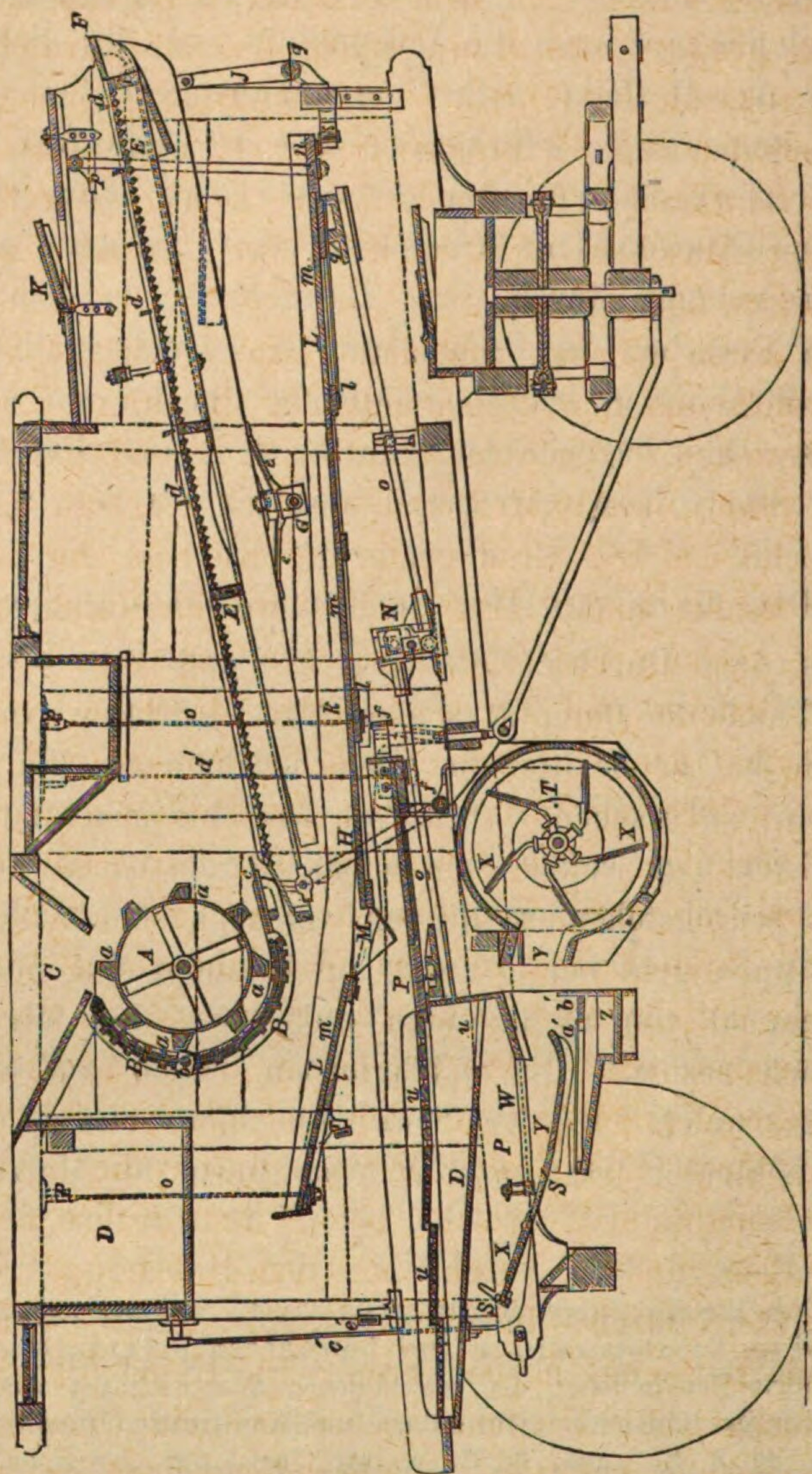


Fig. 57.

von einander, entsprechend der zu dreschenden Fruchtart, eingestellt werden können. Die Einstellung erfolgt mittelst sechs Schrauben, die an den Aussenwänden der Maschine angebracht

sind. Zwischen den einzelnen Stäben des Dreschkorbes befindet sich ein Gitter aus starkem Drathe, um ein Durchfallen des Strohes zu verhüten. An dem unteren Theile des Korbes setzt sich eine grade Platte *c* an, welche das ausgedroschene Stroh auf die Strohschüttler führt. Ueber der Dreschtrommel und dem Korbe befindet sich die Einlegeöffnung *C*, und hinter derselben der vertiefte Stand *D* für die Einleger, welcher durch die ganze Breite der Maschine geht, so dass zwei Arbeiter zu gleicher Zeit einlegen können.

Das Stroh gelangt von der Platte *c* auf die Strohschüttler *E*, welche aus fünf, neben einander alternirend schwingenden Laden bestehen. Die Strohschüttler 1, 3 und 5 schwingen in gleichem Sinne, während 2 und 4 durch Kurbeln bewegt werden, welche um 180 Grad gegen die Kurbeln der Laden 1, 3 und 5 verstellt sind. Das Stroh wird hierdurch einmal von den drei, alsdann von den dazwischen liegenden beiden Strohschüttlern erfasst und bei *F* aus der Maschine geführt. Die obere Fläche der einzelnen Strohschüttler ist mit Stiften *dd* versehen, welche ein Zurückgleiten des Strohes gegen die Trommel hin verhüten. Die Bewegung der Strohschüttler erfolgt durch eine mit fünf Kröpfungen versehene Kurbelwelle *G*, welche an ihren Enden in dem Maschinengestell gelagert ist, und direkt mittelst eines gekreuzten Riemens von der Trommelwelle betrieben wird. Die Streben *e* dienen zur Verbindung der einzelnen Kurbellager mit den Bodenflächen der Strohschüttler. An ihren Enden sind letztere durch die Schwingehebel *H* und *I* unterstützt, welche bei *f* und *g* ihre festen Drehpunkte haben, und im Vereine mit dem Heben und Senken der Strohschüttler durch die Kurbelwelle deren eigenthümliche, schüttelnde Bewegung herbeiführen. Die Hebel *I* sind aus Gusseisen gefertigt; ihr Fixpunkt *g* ist an dem Querriegel *h* des Maschinengestells befestigt, welcher die beiden grossen Seitenwangen desselben verstrebt.

Die Maschine ist über den Strohschüttlern vollkommen verkleidet; nur eine Thür *K* befindet sich in der Bühne, um leicht zu den inneren Theilen gelangen zu können.

Das ausgedroschene Getreide, welches durch die Stäbe des Dreschkorbes hindurchfällt, sowie die noch lose in den Aehren befindlichen Körner, welche durch die Zwischenräume der Strohschüttler hindurchfallen, gelangen auf den grossen Schüttelkasten *L*, welcher die ganze Breite der Maschine einnimmt, und fast durch die ganze Länge derselben geht. Dieser Schüttelkasten hat in beiden Richtungen, nach der Mitte zu, eine geringe Neigung, so dass bei einer hin- und hergehenden Bewegung alles auffallende Getreide, welches, da es mit Spreu und Kaff vermengt, sehr voluminös ist, nach dem tiefsten Punkte desselben, *M*, gelangt, bei welchem die Masse hindurchfällt. Der Schüttelkasten besteht aus den starken Seitenwangen *k*, welche durch eine Anzahl von Querriegeln *ll* verstrebt sind; auf diesen liegt ein solide zusammengefügter Bretterboden *m*. Die erhöhten Leisten *n* an den Enden des Kastens verhindern ein Ueberwerfen des Getreides.

Der Schüttelkasten hängt an jeder Seite der Maschine in drei federnden eschenen Stäben *o*, welche bei *p* ihre Drehpunkte haben. Die Bewegung geht von der mit drei Kröpfungen versehenen Kurbelwelle *N* aus, von denen die beiden äusseren parallel, die mittlere diesen diametral gegenüber steht. Von den beiden äusseren Kurbeln gehen zwei Zugstangen *O* aus, deren Enden ebenso wie die Schwingehebel aus federndem Eschenholze bestehen. Diese Enden sind mittelst der gusseisernen Platten *q* fest mit dem Schüttelkasten *L* verbunden, so dass, da die federnden Zugstangen dieselbe Wirkung haben wie Gelenke,[1] bei der Umdrehung der Kurbelwelle *N* der Schüttelkasten in hin- und hergehende Bewegung versetzt wird.

Um eine sichere Führung des Schüttelkastens zu bewirken, und namentlich ein Schlottern und Anstreifen desselben an den Seitenwangen des Gestells zu verhüten, sind bei *r* und *s* ebenfalls federnde Stäbe angebracht, welche an ihren Enden mit dem Gestell und in ihrer Mitte mit festen Ansatzstücken des Schüttelkastens verbunden sind. Diese Federn verhüten demnach ein

1) Anstatt dieser federnden Stangen werden in neuester Zeit mit gutem Erfolge spiralförmig gewundene Federn angewendet.

seitliches Abweichen des letzteren bei seiner Bewegung, und ertheilen demselben einen sehr ruhigen Gang.

Das bei *M* von dem grossen Schüttelkasten herunterfallende Getreide gelangt nunmehr in die erste Reinigung, welche den Zweck hat, Spreu, Kurzstroh, abgeschlagene Aehren und fremde Körper von grösseren Dimensionen zu entfernen. Der Apparat für die erste Reinigung besteht aus Siebwerken und dem Ventilator *T*. Der Kasten *P* hat über der Oeffnung *M* einen festen Boden; derselbe geht jedoch bald in einen Satz grober Siebe *u* über, welche runde Oeffnungen von 1 bis 2,5 Centimeter Weite haben, so dass Strohtheile und andere Körper, welche grösser sind als diese Oeffnungen, über dieselben hinweggleiten und bei *R* aus der Maschine treten.

Das durch die Siebe hindurchfallende Getreide, welches nunmehr von den gröbsten Verunreinigungen befreit ist, gelangt auf das, nach entgegengesetzter Richtung geneigte Brett *v*, welches mit einer quer durchgehenden Oeffnung versehen ist Von hier gelangt die Masse auf das aus Eisenblech gefertigte Sieb *W*, unter welchem ein kräftiger Windstrom alle leichten Theile erfasst und bei *S* aus der Maschine führt, während die schwereren Körper, namentlich die Getreidekörner, durch die 1 bis 1,5 Centimeter weiten Oeffnungen des Siebes hindurchfallen können.

Der Windstrom wird in dem, quer durch die Maschine gehenden Ventilator *T* erzeugt, welcher mit fünf Flügeln *X* versehen ist. Die an den Seiten eingesaugte Luft wird bei *Y* ausgepresst.

Das Getreide, welches durch die Siebwerke und den Windstrom von der Spreu getrennt wurde, gelangt nunmehr auf das Sieb a^1, über welches ein nur schwacher Windstrom streicht, da das hervorstehende Brett b^1 eine kräftige Einwirkung des Windes verhindert; dieser Windstrom entfernt das Kaff, welches bei S^1 aus der Maschine tritt, während das gereinigte Getreide in die sehr schräg nach der einen Seite der Maschine hin geneigte Rinne *Z* fällt, und von dieser nach der betreffenden Seite hingeführt wird.

Der Schüttelkasten P hängt in den Schwingestangen c^1 und d^1; um ein Schlottern desselben zu verhüten, sind wiederum zwei quer hindurchgehende eschene Stäbe e^1 und f^1 angebracht.

Das gereinigte Getreide gelangt aus der Rinne Z in die Hebevorrichtung, entweder einen Wurfelevator nach dem Systeme von Bruckshaw & Underhill[1] oder einen gewöhnlichen Schöpfbecherelevator. Die Rinne Z krümmt sich an ihrem Ende nahezu um einen rechten Winkel, und schüttet das gesammte Getreide in den Elevator aus, von welchem es nunmehr in die Höhe geführt wird.

Hier beginnt die zweite Reinigung. Das Getreide gelangt gewöhnlcih zunächst in einen Grannenbrecher, alsdann in eine Windfege mit feinen Maschensieben, um die letzten Verunreinigungen abzuscheiden und schliesslich in eine Sortirtrommel. Letztere ist bei den neueren Maschinen meistens in der Drathweite verstellbar (Penney'sches System),[2] so dass Fruchtarten verschiedener Grösse gleich gut separirt werden.

Die Apparate der zweiten Reinigung sind aus der Zeichnung nicht ersichtlich; dieselben werden in mannigfacher Form und Anordnung ausgeführt, je nachdem eine mehr oder minder vollkommene Separation erreicht werden soll.

Die einfachste Clayton'sche Dampfdreschmaschine ist in der Seitenansicht Fig. 58 dargestellt. Das Getreide wird nur einmal, wie beschrieben, gereinigt, und gelangt alsdann, durch einen Wurfelevator gehoben, in die Ausläufe. Es muss demnach, um die Frucht marktfertig herzustellen, noch eine nachträgliche letzte Reinigung mittelst der Windfege vorgenommen werden. Der Preis dieser Maschine beträgt in kleinen Dimensionen, durch eine Lokomobile von 4 bis 5 Pferdekraft zu betreiben, 566⅔ Thaler, in grösseren Dimensionen, 1,56 Meter Trommelbreite und durch eine Lokomobile von 7 bis 8 Pferdekraft zu betreiben, 666⅔ Thaler.

1) Der Werth dieses Apparates wird im Handbuche zur Anlage und Konstruktion landwirthschaftlicher Maschinen, Bd. II, S. 452 ausführlich besprochen.

2) Ebendaselbst Bd. II, S. 454 und Taf. 10 Fig. IV des VIII. Heftes.

Fig. 59 zeigt die äussere Ansicht der Clayton'schen Dampfdreschmaschine zum „Fertigmachen" des Getreides. Das Getreide wird hier, nachdem es die erste Reinigung

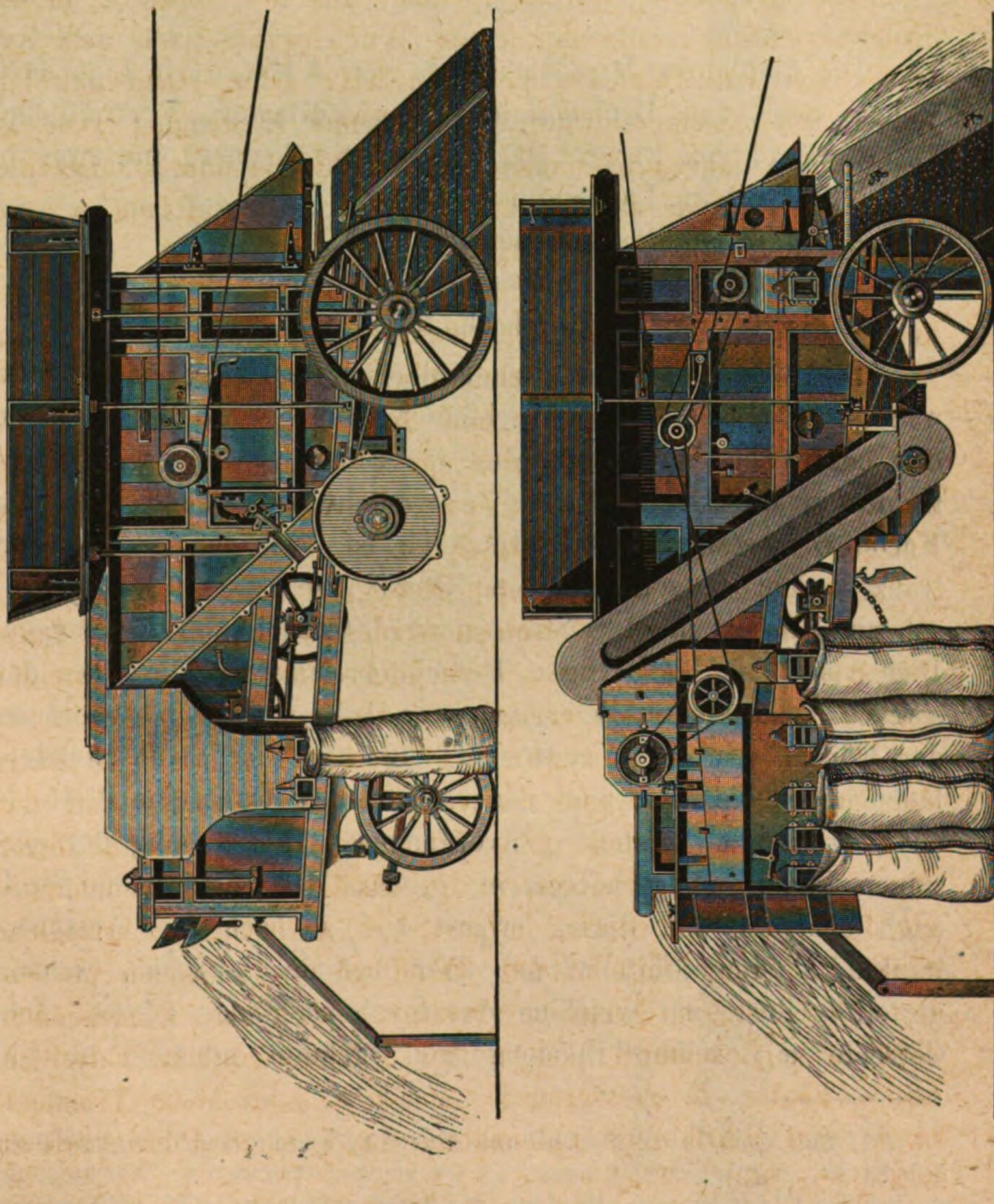


Fig. 58 und Fig. 59.

passirt hat, mittelst eines Schöpfbecherelevators gehoben, und passirt alsdann die zweite Reinigung und schliesslich die Separationstrommel, welche an der Seitenwand der Maschine ange-

bracht ist.[1] Letztere ist stets nach dem Penney'schen Systeme, also für verschiedene Fruchtarten geeignet, angeordnet. Der Preis dieser Maschine ist bei 8 und 10 Pferdekraft zum Betriebe bez. 766⅔ und 833⅓ Thaler.

Die kombinirte Dreschmaschine von Albaret in Liancourt, welche nach den Beobachtungen des Verfassers Vortreffliches leistet, ist in den Fig. 60, 61, 62 und 63 skizzirt, und zwar in

Fig. 60 im Längendurchschnitte,
Fig. 61 in der Seitenansicht,
Fig. 62 in der hinteren Ansicht und
Fig. 63 im Querdurchschnitte.

Die Maschine ist nur zu einfacher Reinigung eingerichtet, und gestaltet sich demnach erheblich einfacher als die Maschine des englischen Systemes. Von der Bühne *A* gelangt das Getreide in die Dreschtrommel *B*, welche zum Theil von dem Korbe *C* umgeben wird. Derselbe ist, wie bei den meisten französischen Dreschmaschinen, massiv, so dass die ausgedroschenen Körner mit dem Stroh auf die Strohschüttler *F* gelangen. Diese sind mit siebartigen Böden versehen, so dass bei der starken schüttelnden Bewegung eine vollkommene Abscheidung der Körner vom Stroh stattfindet. Es sind vier Strohschüttlerladen neben einander angeordnet, betrieben durch eine Welle *V* mit angemessen verstellten Kröpfungen. Die Hebung der einzelnen Laden erfolgt successive, so dass das aufgeworfene Stroh nach einander von diesen erfasst und so nach dem Austrittspunkte *E* hingeführt wird. Hier befindet sich ein schräg gestellter Rost, auf welchem das Stroh zu Boden gleitet. Das Getreide mit seinen Beimengungen gelangt nunmehr in die

1) Bei den Garrett'schen und Hornsby'schen Dampfdreschmaschinen befindet sich die Separationstrommel an der hinteren Querwand der Maschine, da wo bei der Clayton'schen Maschine die Spreu ausgeblasen wird. Mir scheint diese Anordnung vortheilhafter zu sein, namentlich, wenn die Maschine auf schmalen Scheunentennen arbeiten soll. Auch vereinfacht sich der Betrieb, wenn die Achse der Separationstrommel parallel der Dreschtrommelwelle liegt, und nicht, wie bei der Clayton'schen Maschine, rechtwinklig zu dieser.

Reinigungsvorrichtung, welche nur unwesentlich von der in Fig. 57 dargestellten Clayton'schen Reinigung abweicht. Die

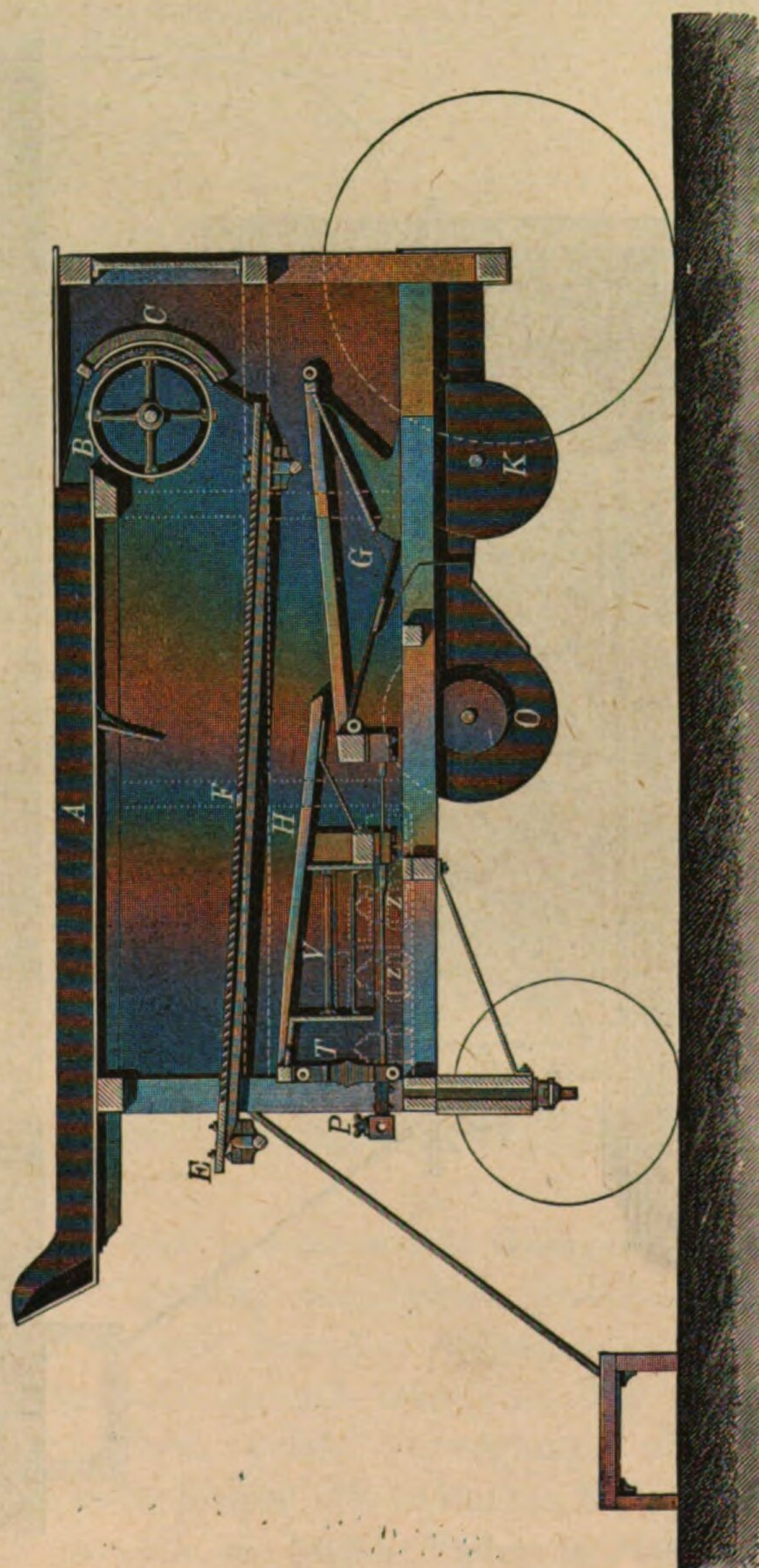


Fig. 60.

geneigten Flächen *G* und *H* vereinigen das Getreide, und führen es in die Kammer *I*, in welcher mittelst Siebe und des

Gebläses *O* eine Abscheidung der gröbsten Verunreinigungen stattfindet. Aus der Kammer *I* passirt das Getreide zunächst

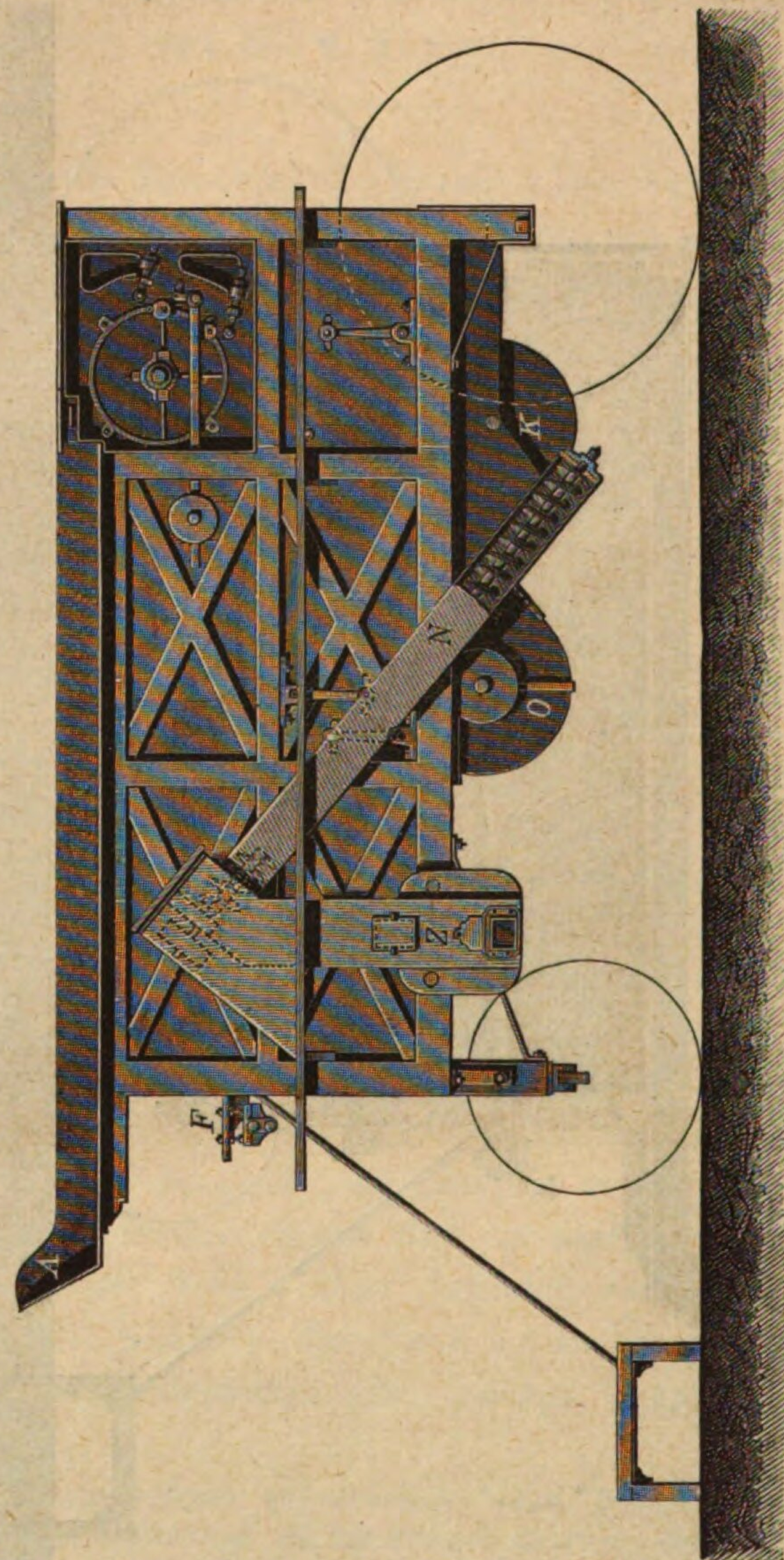


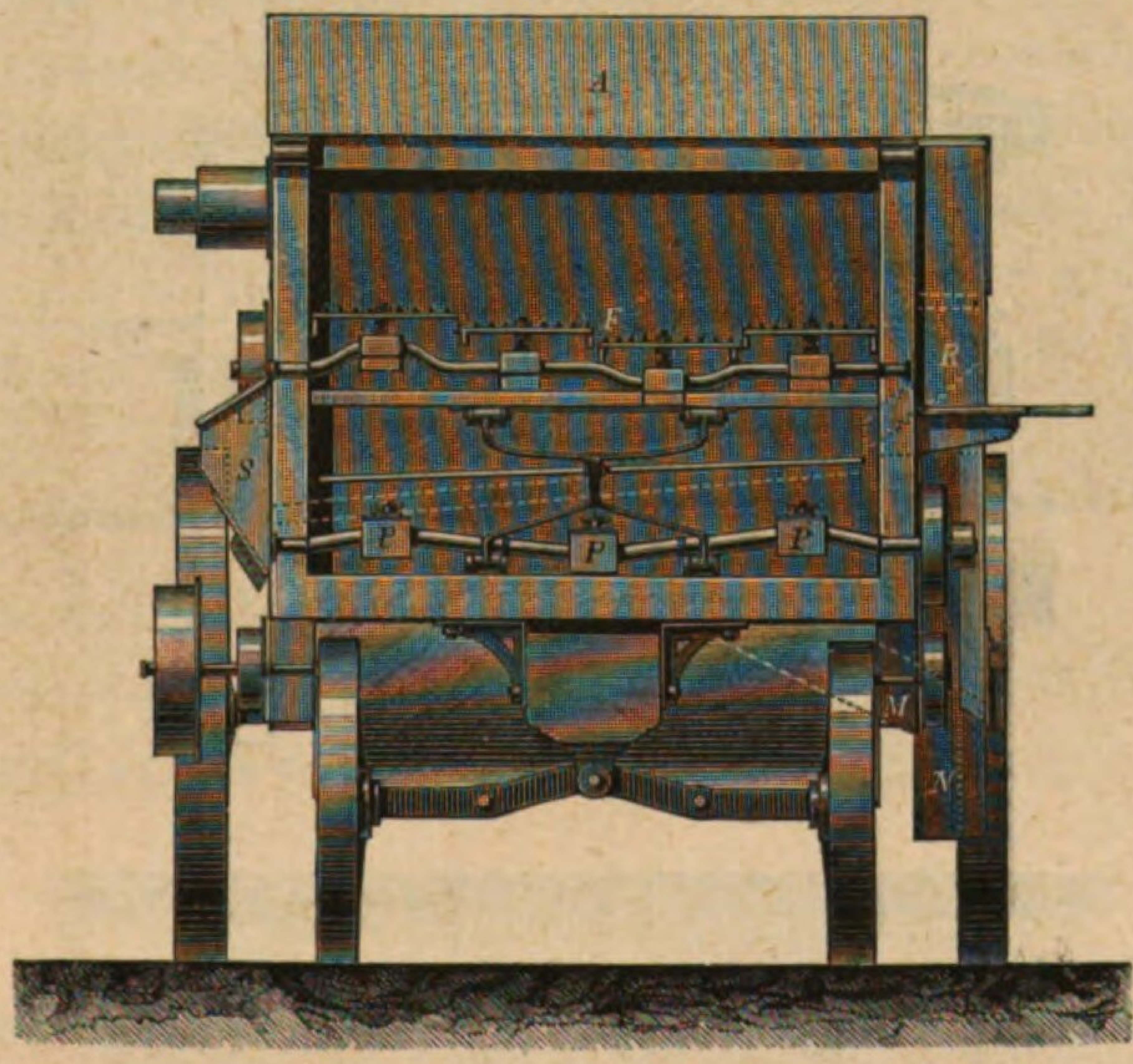
Fig. 61.

den Grannenbrecher *K,* Fig. 63, welcher ziemlich in der Mitte der Maschine liegt, und die Reinigungsapparate in zwei Theile theilt. Der Grannenbrecher bewirkt durch seine Flügel gleich-

zeitig ein Anheben des Getreides, welches alsdann durch das geneigte Brett *M* (Fig. 63) in den Elevator *N* gelangt. Letzterer besteht, abweichend von den englischen Einrichtungen, aus einer archimedischen Schraube, durch welche das Getreide in den Kasten *Z* geführt wird, um von hier in die Ausläufe zu gelangen.

P und *Q* sind zwei Krummzapfenwellen zum Betriebe der Kasten und Siebwerke *G* und *H*, welche in Schwingehebeln

Fig. 62.

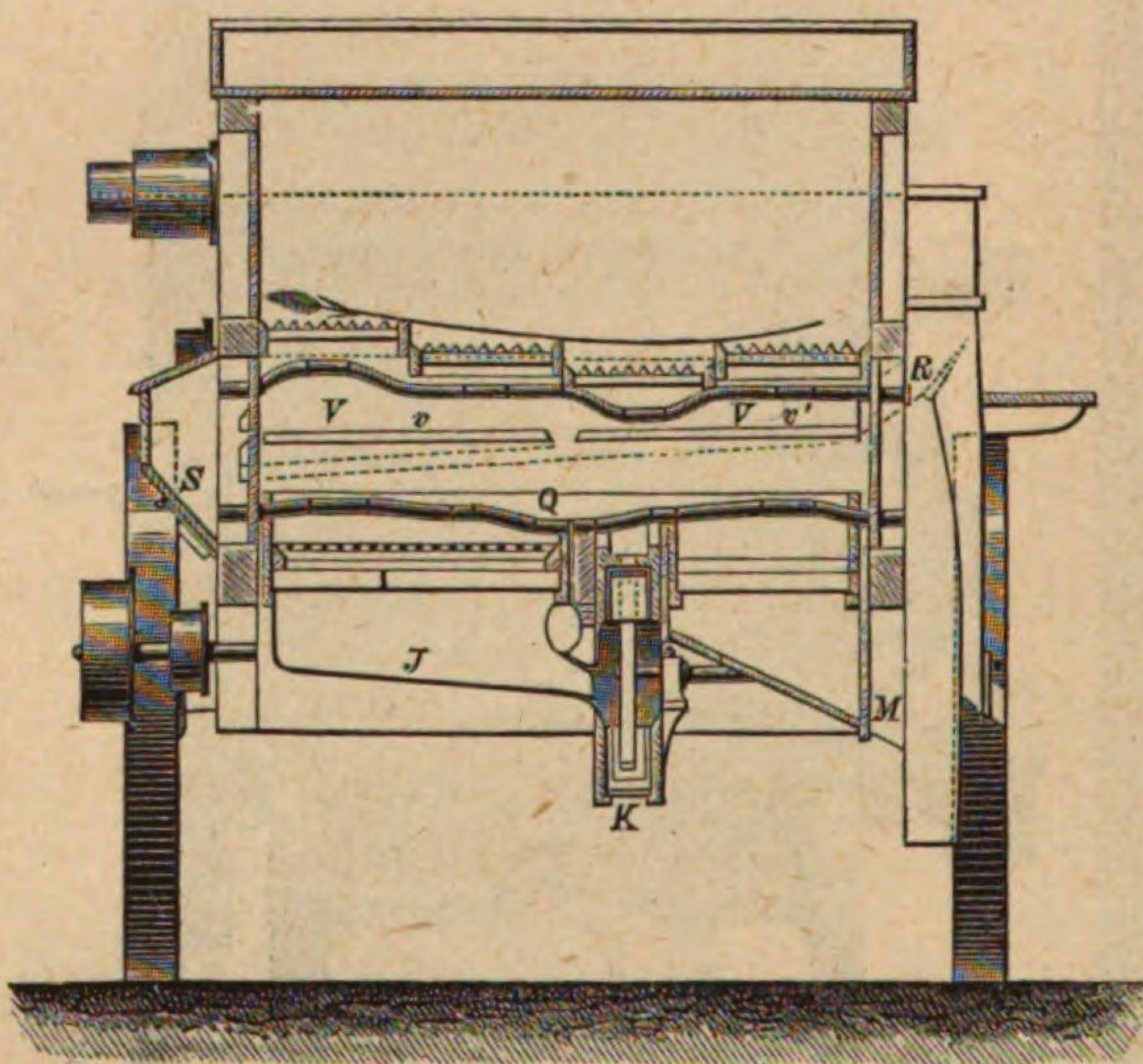


aufgehängt sind, und in alternirende Bewegung versetzt werden. Das Siebwerk ist derartig eingerichtet, dass das schwerere, zur Saat geeignete Getreide besonders abgeschieden wird.

Der Dreschkorb ist mit einer, aus Fig. 61 ersichtlichen Einrichtung versehen, welche Verstopfungen und Brüche beim Hineinfallen fremder Körper oder zu starken Einlegen verhüten soll. Derselbe ist nämlich an beiden Enden in Hebeln aufgehängt, welche durch Gewichte belastet sind und bei normalem Betriebe den Dreschkorb in seiner richtigen Lage, welche durch die aus der Zeichnung ebenfalls ersichtliche Einstellung erzeugt wird,

erhalten. Tritt aus irgend einem Grunde eine Verstopfung ein, so entsteht dadurch eine Pressung gegen die innere Fläche des Korbes, welche denselben von der Trommel abzudrängen bestrebt ist. Sobald diese ein gewisses Maass überschreitet, heben sich die belasteten Hebel und der Korb weicht zurück. Nach dem Passiren des Hindernisses nimmt alsdann der Korb seine normale Lage wieder ein. Auf diese Weise werden Brüche und Beschädigungen an der Trommel und dem Korbe verhütet.

Fig. 63.



Die Leistungsfähigkeit dieser Maschine beträgt bei 6 Pferdekraft zum Betriebe 100 Hektoliter Wintergetreide in 10 Stunden, der Preis 745 Thaler.[1]

e) Die Rentabilität der Dreschmaschinen.

Zur Bestimmung der Rentabilität der Dreschmaschinen müssen für die verschiedenen Positionen mittlere Werthe in

1) Robey in Lincoln fertigt in neuerer Zeit kombinirte Dreschmaschinen mit vollständig eisernen Gestellen, bei welchen demnach, da sie hinlänglich solide zusammengefügt und verstrebt sind, ein Verziehen der einzelnen Lagerpunkte nicht eintreten kann. Letzteres kommt stets vor, wenn bei hölzernen Gestellen nicht besonders gutes und trockenes Holz gewählt wird.

Ansatz gebracht werden. Jede Berechnung kann demnach nur ein Schema abgeben, aus welchem man, nach Einsetzung der, den lokalen Verhältnissen entsprechenden Zahlen das genaue Resultat ermitteln kann. Die Leistungsfähigkeit der Maschine unterliegt ganz erheblichen Schwankungen, da dieselbe von zu vielen Faktoren, z. B. der Fruchtart, der Beschaffenheit derselben, der Geschicklichkeit und dem Fleisse der Arbeiter, der Kraft des Motors und der Konstruktion der Dreschmaschine abhängt. Ebenso unterliegt der Kohlenverbrauch mancherlei Schwankungen; die Beschaffenheit derselben, die Art des Feuerns und die Konstruktion des Kessels und der Maschine beeinflussen das Ergebniss in erheblichem Maasse. Die nachfolgenden Uebersichten mögen einen Anhalt geben für derartige Berechnungen; die aufgestellten Zahlen für die Leistungen u. s. w. sind mittlere Werthe aus einer grossen Anzahl vom Verfasser angestellter Versuche und gesammelter Erfahrungen:

I. Englische Dampfdreschmaschine von 1,41 Meter Trommelbreite.

Motor: Lokomobile von 8 Pferdekraft.
Preis der Lokomobile und Dreschmaschine 2500 Thlr.
Mittlere Leistung in 10 Stunden:

Fruchtart	Schock	Hektoliter
Roggen	95	120
Weizen . . .	100	130
Gerste	110	240
Hafer	115	350

Kohlenverbrauch in 10 Stunden (8 Pfd. pro Stunde und Pferdekraft) 640 Pfund.
Zahl der Arbeiter: 20.

Die Höhe der Zinsen, Amortisations- und Reparaturkosten soll nach den Seite 123 entwickelten Grundsätzen zu bez. 5, 10 und 2 Procent in Ansatz gebracht werden; die Arbeitsdauer wird auf 100 Tage angenommen.

Danach ergeben sich die täglichen Kosten wie folgt:

Zinsen und Amortisation, 15 Procent auf 100 Tage vertheilt	3 Thlr.	22 Sgr.	6 Pf.
Reparaturen, 2 Procent auf 100 Tage vertheilt . . .	— „	15 „	— „
Brennmaterial, 640 Pfund, à Centner $7^1/_2$ Sgr. . . .	1 „	18 „	— „
Oel und Schmiere	— „	12 „	— „
Zufuhr von Brennmaterial und Wasser	1 „	— „	— „
Lohn des Maschinisten	— „	25 „	— „
Lohn der 20 Arbeiter ($^1/_2$ Männer à 12 Sgr., $^1/_2$ Frauen à $7^1/_2$ Sgr.)	6 „	15 „	— „
Summa	14 Thlr.	17 Sgr.	6 Pf.

Demnach kostet 1 Hektoliter zu dreschen, reinigen und sortiren:

Roggen	3,6 Sgr.
Weizen	3,3 „
Gerste	1,8 „
Hafer	1,2 „

II. Englische Dampfdreschmaschine von 1,56 Meter Trommelbreite.

Motor: Lokomobile von 10 Pferdekraft.

Preis der Lokomobile und Dreschmaschine 2900 Thlr.

Mittlere Leistung in 10 Stunden:

Fruchtart	Schock	Hektoliter
Roggen . . .	105	140
Weizen	110	155
Gerste	120	260
Hafer	125	375

Kohlenverbrauch in 10 Stunden 800 Pfund.

Zahl der Arbeiter 24.

Die täglichen Kosten stellen sich folgendermassen:

Zinsen und Amortisation, 15 Procent auf 100 Tage vertheilt	4 Thlr.	10 Sgr.	6 Pf.
Reparaturen, 2 Procent auf 100 Tage vertheilt . . .	— „	17 „	5 „
Brennmaterial, 800 Pfund à Centner $7^1/_2$ Sgr. . . .	2 „	— „	— „
Oel und Schmiere	— „	12 „	— „
Zufuhr von Brennmaterial und Wasser	1 „	— „	— „
Lohn des Maschinisten	— „	25 „	— „
Lohn der 24 Arbeiter ($^1/_2$ Männer, $^1/_2$ Frauen)	7 „	24 „	— „
Summa	16 Thlr.	28 Sgr.	11 Pf.

Demnach kostet 1 Hektoliter zu dreschen, reinigen und sortiren:

Roggen	3,6 Sgr.
Weizen	3,3 „
Gerste	1,9 „
Hafer	1,3 „

Die Kosten des Dreschens bei der einfachen Dreschmaschine, bei welcher noch eine nachträgliche Reinigung mittelst der gewöhnlichen Windfege erforderlich ist, ergeben sich folgendermassen:

III. Einfache Dampfdreschmaschine von 1,41 Meter Trommelbreite.

Motor: Lokomobile von 6 Pferdekraft.
Preis der Lokomobile und Dreschmaschine 2000 Thlr.
Die mittlere Leistung ist die nämliche wie ad I.
Kohlenverbrauch in 10 Stunden 480 Pfund.
Zahl der Arbeiter 20.
Die täglichen Kosten sind:

Zinsen und Amortisation, 15 Procent auf 100 Tage vertheilt	3 Thlr.	— Sgr.	— Pf.
Reparaturen, 2 Procent auf 100 Tage vertheilt . . .	— „	12 „	— „
Brennmaterial, 480 Pfund à Centner $7^1/_2$ Sgr. . . .	1 „	6 „	— „
Oel und Schmiere	— „	10 „	— „
Zufuhr von Brennmaterial und Wasser	— „	25 „	— „
Lohn des Maschinisten	— „	25 „	— „
Lohn der 20 Arbeiter ($^1/_2$ Männer, $^1/_2$ Frauen) . . .	6 „	15 „	— „
Summa	13 Thlr.	3 Sgr.	— Pf.

Demnach kostet 1 Hektoliter zu dreschen:

Roggen	3,27 Sgr.
Weizen	3,02 „
Gerste	1,63 „
Hafer	1,12 „

Die Bearbeitung eines Hektoliters Getreide auf der gewöhnlichen Windfege kostet 1,9 Pfennige = 0,16 Sgr.;[1] demnach würde 1 Hektoliter zu dreschen, reinigen und sortiren kosten:

Roggen	3,4 Sgr.
Weizen	3,2 „
Gerste	1,8 „
Hafer	1,2 „

IV. Einfache Dampfdreschmaschine von 1,56 Meter Trommelbreite.

Motor: Lokomobile von 8 Pferdekraft.
Preis der Lokomobile und Dreschmaschine 2200 Thlr.
Die mittlere Leistung ist die nämliche wie ad II.
Kohlenverbrauch in 10 Stunden 640 Pfund.

1) Vergl. Zeitschrift des landwirthschaftlichen Centralvereines der Provinz Sachsen, Jahrgang 1869, S. 259.

Zahl der Arbeiter 24.

Tägliche Kosten:

Zinsen und Amortisation, 15 Procent auf 100 Tage vertheilt	3 Thlr.	9 Sgr.	— Pf.	
Reparaturen, 2 Procent auf 100 Tage vertheilt . . .	— „	13 „	3 „	
Brennmaterial, 640 Pfund à Centner 7½ Sgr. . . .	1 „	18 „	— „	
Oel und Schmiere	— „	12 „	— „	
Zufuhr von Brennmaterial und Wasser	1 „	— „	— „	
Lohn des Maschinisten	— „	25 „	— „	
Lohn der 24 Arbeiter	7 „	24 „	— „	
Summa	15 Thlr.	11 Sgr.	3 Pf.	

Demnach kostet 1 Hektoliter zu dreschen, einschl. des Zuschlages von 0,16 Sgr. für Reinigen und Sortiren:

Roggen	3,5 Sgr.
Weizen	3,2 „
Gerste	1,9 „
Hafer	1,3 „

V. Einfache stationäre Dampfdreschmaschine von 1,41 Meter Trommelbreite.

Motor: Dampfmaschine von 6 Pferdekraft.

Preis des Motors und der Dreschmaschine (mit Strohschüttlern und Sortirwerk) 1600 Thlr.

Die mittlere Leistung ist die nämliche wie ad I.

Kohlenverbrauch in 10 Stunden 480 Pfund.

Zahl der Arbeiter 16.

Die täglichen Kosten ergeben sich wie folgt:

Zinsen und Amortisation, 15 Procent auf 100 Tage[1] vertheilt	2 Thlr.	12 Sgr.	— Pf.
Reparaturen, 2 Procent auf 100 Tage vertheilt . . .	— „	9 „	6 „
Brennmaterial, 480 Pfund à Centner 7½ Sgr.	1 „	6 „	— „
Oel und Schmiere	— „	10 „	— „
Lohn des Maschinisten[2]	— „	25 „	— „
Lohn der 16 Arbeiter	5 „	6 „	— „
Summa	10 Thlr.	8 Sgr.	6 Pf.

1) Die jährliche Arbeitsdauer ist hier ebenso hoch angenommen wie bei den transportablen Maschinen, trotzdem letztere jedenfalls längere Zeit zum Dreschen benutzt werden können. Man kann aber annehmen, dass die Dampfmaschine niemals ausschliesslich zum Betriebe einer stehenden Dreschmaschine, sondern noch zu anderen Zwecken verwendet, und so die Arbeitsdauer entsprechend verlängert wird. Häufig bleibt die Dampfmaschine während des ganzen Jahres in Betrieb, wodurch sich die täglichen Kosten noch erheblich niedriger stellen werden als hier angenommen.

2) Derselbe besorgt gleichzeitig die Heranschaffung des Brennmaterials.

Demnach kostet 1 Hektol. zu dreschen, reinigen und sortiren:

Roggen	2,5 Sgr.
Weizen	2,3 „
Gerste	1,3 „
Hafer	0,8 „

VI. Einfache stationäre Dampfdreschmaschine von 1,56 Meter Trommelbreite.

Motor: Dampfmaschine von 8 Pferdekraft.

Preis des Motors und der Dreschmaschine (einschl. Strohschüttler und Sortirmaschine) 1800 Thlr.

Die mittlere Leistung wie ad II.

Kohlenverbrauch in 10 Stunden 640 Pfund.

Zahl der Arbeiter 20.

Die täglichen Kosten stellen sich folgendermassen:

	Thlr.	Sgr.	Pf.
Zinsen und Amortisation, 15 Procent auf 100 Tage vertheilt	2 Thlr.	21 Sgr.	— Pf.
Reparaturen, 2 Procent auf 100 Tage vertheilt	— „	10 „	9 „
Brennmaterial, 640 Pfund à Centner $7^1/_2$ Sgr.	1 „	18 „	— „
Oel und Schmiere	— „	10 „	— „
Lohn des Maschinisten	— „	25 „	— „
Lohn der 20 Arbeiter	6 „	15 „	— „
Summa	12 Thlr.	9 Sgr.	9 Pf.

Demnach kostet 1 Hektol. zu dreschen, reinigen und sortiren:

Roggen	2,6 Sgr.
Weizen	2,4 „
Gerste	1,4 „
Hafer	0,9 „

Die aus den vorstehenden Berechnungen gewonnenen Resultate sind in der nachfolgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt:

Kosten des Dreschens, Reinigens und Sortirens von 1 Hektoliter (in Silbergroschen).

Fruchtart	Englische Dampfdreschmaschine		Einfache Dampfdreschmaschine		Einfache stationäre Dampfdreschmaschine	
	Trommelbreite		Trommelbreite		Trommelbreite	
	1,41 Meter	1,56 Meter	1,41 Meter	1,56 Meter	1,41 Meter	1,56 Meter
Roggen	3,6	3,6	3,4	3,5	2,5	2,6
Weizen	3,3	3,3	3,2	3,2	2,3	2,4
Gerste	1,8	1,9	1,8	1,9	1,3	1,4
Hafer	1,2	1,3	1,2	1,3	0,8	0,9

Diese Uebersicht zeigt, dass die Kosten des Dreschens mittelst der Maschine zum Fertigmachen des Getreides und der

Maschine mit einfacher Reinigung nur unerheblich von einander abweichen, wenn zu den letzteren Kosten noch diejenigen der letzten Reinigung mittelst der Windfege hinzugeschlagen werden; dass dagegen das Dreschen mittelst der einfachen stationären Maschine erheblich billiger ausfällt, vornämlich wegen der niedrigen Anschaffungskosten und des Wegfalles der Position für Kohlen- und Wasserzufuhr. Wo also in erster Reihe auf Billigkeit der Arbeit gesehen werden soll, und die Vortheile der transportablen Maschine nicht in's Gewicht fallen, da ist eine Maschine des letzteren Systemes zu wählen.

Es liegt nahe, hier unmittelbar eine Parallele anzuknüpfen über die Kosten des Hand- und Göpeldrusches; davon muss jedoch Abstand genommen werden, da es ausserordentlich schwierig ist, auch nur einigermassen positive Zahlenwerthe zu erhalten. Der Gegenstand ist, wenn ich mich so ausdrücken darf, derartig elastischer Natur, dass man schliesslich jedes gewünschte Resultat herausrechnen kann. Und stets werden sich praktische Beläge dafür finden, dass der Kalkül ein richtiger war.

So ist es z. B. für die Kosten des Dreschens mittelst Dampfkraft ein erheblicher Unterschied, ob die Maschine im Besitze des Landwirthes ist oder von einer Verleihanstalt bezogen wird. Ebenso können bei der Göpeldreschmaschine die Zugthiere in verschiedenster Art in Anrechnung gebracht werden. Wie bedeutend die Abweichungen bei der Berechnung der Zugthierarbeit sind, darauf habe ich bereits früher an anderer Stelle[1] und bei anderer Gelegenheit aufmerksam gemacht, und gilt dies ganz ebenso von der Arbeit der Zugthiere am Göpel wie am Pfluge.

Die unten aufgeführten Quellen[2] geben eine Anzahl von Beispielen, zumeist aus der Praxis, über die Kosten des

1) Mentzel und v. Lengerke's Kalender. Jahrgang 1871, S. 49.

2) Amtsblatt für die landwirthschaftlichen Vereine des Königreichs Sachsen, Jahrgang 1864, S. 21 und 112.

Zeitschrift des landwirthschaftlichen Centralvereines der Provinz Sachsen, Jahrgang 1861, S. 230, Jahrgang 1863, S. 77, Jahrgang 1865, S. 152, Jahrgang 1867, S. 288.

Der Cultur-Ingenieur. Bd. III, S. 33.

Dreschens mittelst Dampfkraft, thierischer Kraft und der Handarbeit. Bereits aus den sehr verschiedenartigen Resultaten dieser Arbeiten lässt sich ein Schluss über den immerhin höchst zweifelhaften Werth derselben machen.

f) Anhang zu den Dreschmaschinen.

In einzelnen Fällen begnügt man sich nicht mit der Kombination der Dresch- und Reinigungsapparate zu einem Ganzen, sondern man kombinirt mit dem Apparate noch weitere Maschinen, namentlich Strohelevatoren, Strohschneidemaschinen und Schrotmühlen. Zum grössten Theile mögen diese Konstruktionen wohl aus der Sucht, etwas ganz Besonderes zu fabriciren oder zu besitzen, herrühren; trotzdem soll es aber nicht geleugnet werden, dass immerhin Fälle vorkommen können, wo die Benutzung eines Strohelevators oder einer Schneidemaschine angezeigt sein kann.

Die Strohelevatoren haben die Aufgabe, das aus der Dreschmaschine tretende Stroh aufzunehmen, und zum Zwecke der Aufführung einer Miete anzuheben. In dem Maasse, als die Miete höher wird, muss demnach auch der Elevator höher eingestellt werden können. Derselbe besteht aus einem, zumeist vierrädrigen Wagen, in welchem die Lagerung für ein breites endloses, mit hervorstehenden Zähnen besetztes Band stattfindet. Auf dieses gelangt das aus den Strohschüttlern der Dreschmaschine austretende Stroh, um von dem Bande erfasst und schräg nach aufwärts geführt zu werden. Der Betrieb des letzteren erfolgt von der Dreschmaschine aus, gewöhnlich auf die untere Walze des Bandes; die Einstellung für die Förderhöhe findet zumeist mittelst einer Zahnstange und eingreifendem Triebrade statt, welches durch den Arbeiter gedreht werden kann. Hierdurch ist man im Stande, die schiefe Ebene, auf welcher das Stroh geführt wird, um einen Drehpunkt, und zwar den Achspunkt der unteren Walze, zu heben und zu senken, und so das Stroh innerhalb gewisser Grenzen, welche aus den Gesammtdimensionen des Auslegers resultiren, zu beliebiger Höhe zu führen.

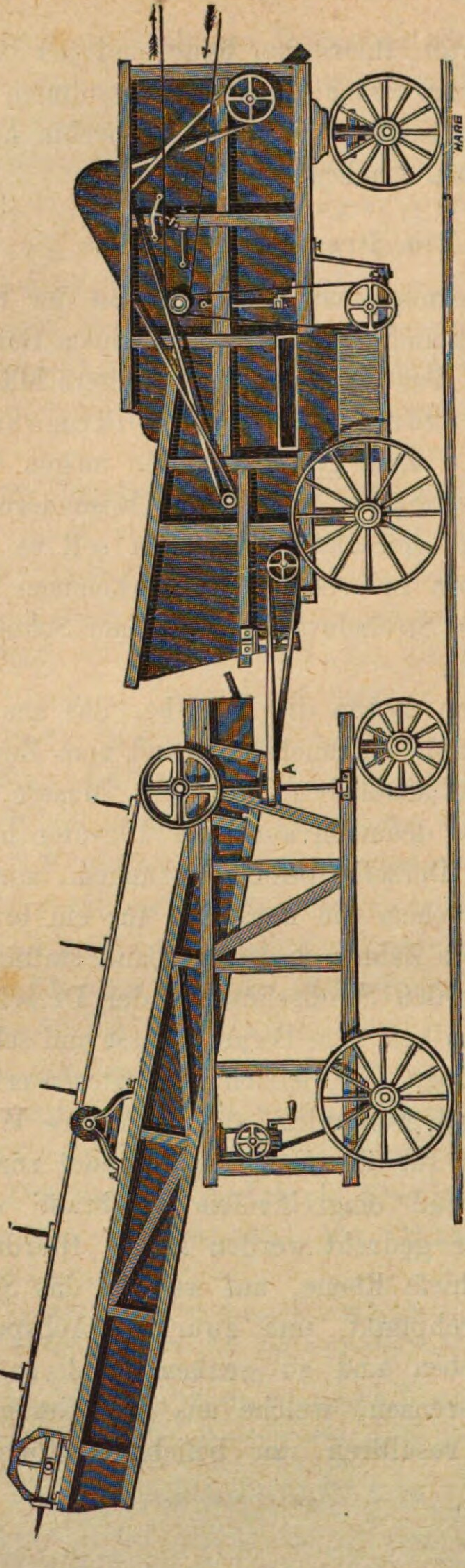


Fig. 64.

Der beliebteste Strohelevator ist der Hayes'sche, welcher von Garrett und Clayton gebaut wird. Fig. 64 stellt denselben in der Garrett'schen Disposition, unmittelbar mit der Dreschmaschine kombinirt, dar. In einer Breite von 1,31 Meter und 6,27 Meter Länge kostet ein derartiger Apparat 283⅓ Thaler, und pro Meter Länge über 6,27 Meter 21 Thlr.

Alle übrigen Strohelevatoren weichen nur in den Details von dem Hayes'schen ab; das Princip bleibt stets dasselbe.

Die Strohschneidemaschinen, welche mit den Dreschmaschinen kombinirt werden, haben den Zweck, das von den Strohschüttlern abgeführte Stroh unmittelbar in Stücke zu schneiden. Zu diesem Zwecke gelangt das Stroh von den Strohschüttlern in einen Kasten, in welchem sich zwei, durch die ganze Breite der Maschine geführte, starke

Walzen befinden. Dieselben sind mit spiralförmig gestellten Messern armirt, während der Kasten, an welchem die Walzen dicht vorbeistreifen, ebenfalls mit derartigen Messern besetzt ist. Das einfallende Stroh wird von der oberen Walze erfasst, zunächst zwischen dieser und dem Mantel und hierauf zwischen letzterem und der unteren Walze in Stücke geschnitten.

Ein Fortschaffen der nunmehr aus der Maschine tretenden Spreu würde bei Weitem zu viel Arbeitskräfte erfordern; desshalb ist dieselbe gleichzeitig mit einer Einrichtung versehen, um die Masse unmittelbar zu einer Miete aufzuführen. Zu dem Ende gelangt die aus der Maschine tretende Spreu in einen kräftigen Ventilator, welcher, ähnlich wie der Wurfelevator von Bruckshaw & Underhill, dieselbe durch ein langes Rohr aufwirft, und an der Stelle, wo die Miete aufgeführt werden soll, ausfallen lässt. Das Rohr ist unten in einem Gelenke an dem Ventilatorkasten befestigt, und kann mittelst einer Windevorrichtung in beliebiger Neigung eingestellt werden. Der Wurfapparat ruht auf einem vierrädrigen Wagen, welcher wie ein Strohelevator mit der Maschine verkuppelt wird.

Die Maschine ist für heisse Länder, namentlich für Spanien und Mexiko bestimmt, wohin die Erfinder derselben, Ransomes & Sims in Ipswich, bereits eine grössere Anzahl geliefert haben.

Auf der Pariser Weltausstellung 1867 war neben dieser Maschine noch eine zweite, von Rich. Garrett & Sons in Leiston gebaute Maschine, zu sehen, welche nicht direkt mit der Dreschmaschine kombinirt war, sondern nur zum Schneiden des Strohes diente. Dieselbe, auf einem vierrädrigen Wagengestelle ruhend, besass einen starken Tambour, mit entsprechenden Schneiden versehen, welche das eingelegte Stroh an einem festen, mit Messern besetzten Mantel zu Stücken schnitten.[1]

Für die deutsche Landwirthschaft haben diese Maschinen, welche ich hier lediglich der Vollständigkeit wegen anführe, und

1) Beide Maschinen, erstere mit Abbildungen, sind in der Schrift des Verfassers: Die landwirthschaftlichen Maschinen und Geräthe auf der Weltausstellung zu Paris 1867, S. 117 u. f. beschrieben.

um zu zeigen, welche Aufgaben sich die landwirthschaftliche Maschinentechnik zuweilen stellt, selbstverständlich keinerlei Werth. Ganz dasselbe gilt von denjenigen kombinirten Dreschmaschinen, welche unmittelbar mit einem Schrotgange kombinirt werden,[1] um einen Theil des austretenden Getreides sofort in der Maschine zu schroten. Die Betriebskraft für das Schroten ist, wie in der Folge gezeigt werden soll, derartig erheblich, dass eine gewöhnliche Lokomobile von 8 bis 12 Pferdekraft nicht beide Arbeiten, das Dreschen und Reinigen einerseits und das Schroten andrerseits, verrichten kann. Desshalb werden immer nur ganz kleine Partien abgezweigt werden und den Schrotgang passiren können, um so die Bewunderung der Laien auf Ausstellungen zu erregen.

Es ist übrigens wohl allgemein bekannt, dass es heutigen Tages noch Dreschmaschinen giebt, welche, ohne mit den oben erwähnten Strohschneide- und Schrotapparaten versehen zu sein, — Schrot und Häcksel zu gleicher Zeit liefern.

3. Die Mahl- und Schrotmühlen.[2]

Der Betrieb der Mahl- und Schrotmühlen setzt, wenn die Leistung einigermassen erheblich ausfallen soll, eine stärkere Betriebskraft voraus, als in der menschlichen oder thierischen Arbeitskraft zu Gebote steht. Desshalb empfiehlt sich die Dampfkraft ganz vortrefflich zum Betriebe der Mahlgänge, wobei noch zu Statten kommt, dass man mit der Arbeit zumeist nicht an eine bestimmte Zeit gebunden ist, dass also der Motor vor-

1) Ebendaselbst, S. 119.

2) Folgende Schriften über Mahlmühlen sind für die Anlage kleiner Mahlgänge zu empfehlen:

Allgemeine Maschinenlehre von Dr. M. Rühlmann, Bd. II, S. 3. Braunschweig 1865.

K. F. Schlegel's vollständige Mühlenbaukunst. 5. Auflage, Leipzig und Heidelberg 1865.

K. F. H. Wiebe, Die Mahlmühlen, eine Darstellung des Baues und Betriebes, Stuttgart 1859.

Prechtl's Technologische Encyklopädie, Bd. 10, S. 1, Bd. 24, S. 281, Stuttgart 1865.

trefflich ausgenutzt werden kann, wenn derselbe in der Zeit, welche ihm der Betrieb anderer Arbeitsmaschinen übrig lässt, zum Mahlen und Schroten Verwendung findet.

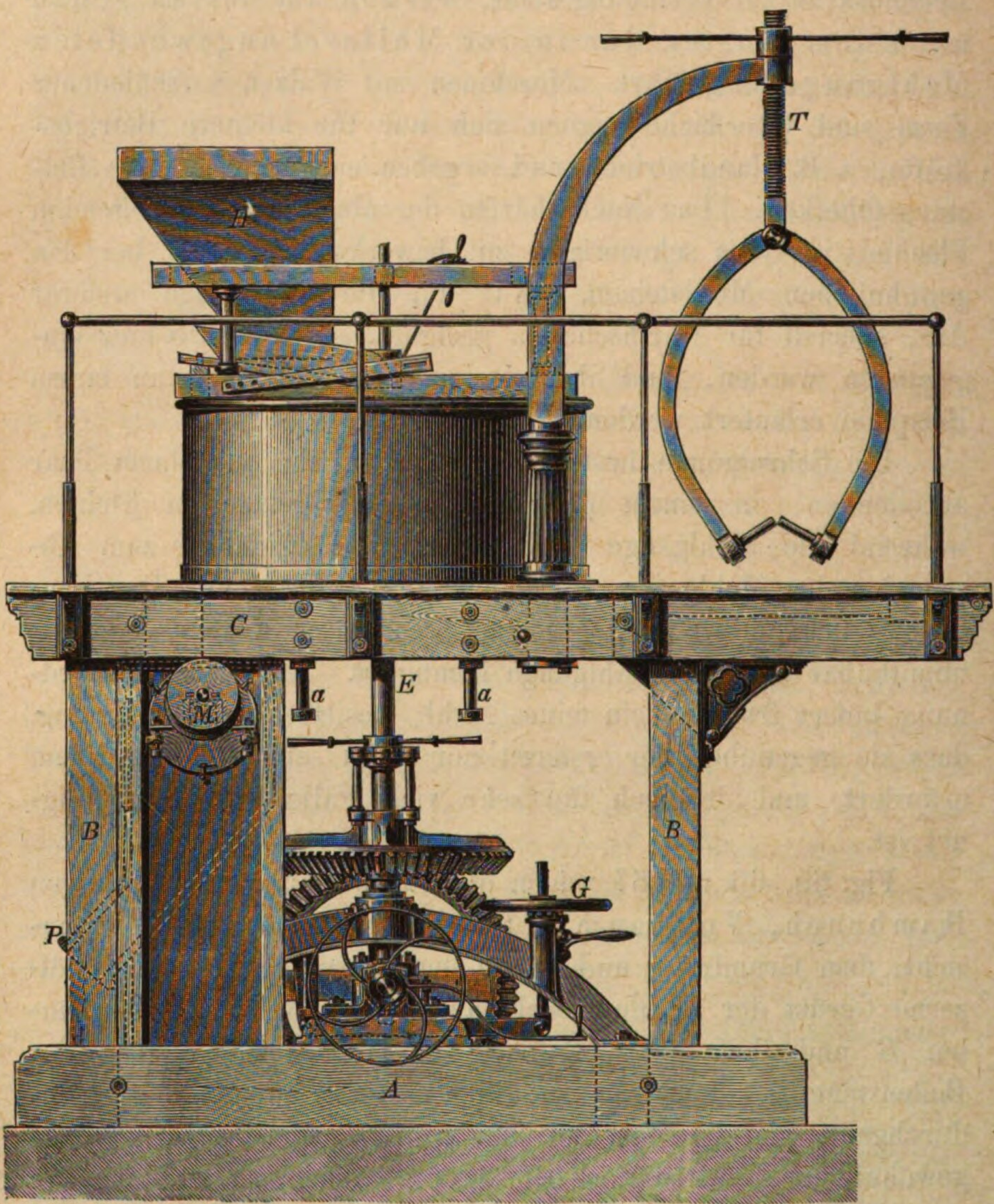
Die Mahl- und Schrotmühlen, denen eine hinlängliche Betriebskraft zur Verfügung steht, werden am besten genau nach dem Muster der in der Müllerei angewendeten Mahlgänge ausgeführt. Maschinen mit Walzen verschiedener Form und Oberfläche eignen sich nur für kleinere Betriebskräfte, z. B. Handbetrieb, und ergeben eine sehr geringe Leistungsfähigkeit. Das Nachschärfen der abgenutzten arbeitenden Flächen ist weit schwieriger zu bewerkstelligen als bei den gewöhnlichen Mühlsteinen. Nur auf die Mahlgänge ersterer Art, speciell für Wirthschaften geeignet, soll desshalb hier eingegangen werden, und ihre geeignetste Anordnung an einem Beispiele erläutert werden.

Die Schrotgänge bestehen gewöhnlich nur aus einem Paar arbeitenden, in einem passenden Gerüst gelagerten Steinen, während die Mahlgänge noch eine Beutelvorrichtung zum Abscheiden des Mehles von der Kleie u. s. w. besitzen. Das Beutelsieb liegt entweder in einem besonderen Kasten, oder ist unmittelbar mit dem Mahlgange kombinirt. Die letztere Anordnung liefert freilich kein feines Mehl, besitzt aber den Vorzug, dass sie gegenüber der ersteren nur einen sehr geringen Raum erfordert, und demnach für sehr viele Fälle besonders geeignet ist.

Fig. 65, 66 und 67 zeigen die transportable Mahlmühle von Hambruch, Vollbaum & Co. in Elbing in der Seitenansicht, dem Grundrisse und dem Längendurchschnitte. Das hölzerne Gerüst der Mühle besteht aus der Schwelle *A*, den Säulen *B* und dem obern Rahmen *C*. In demselben liegt der Bodenstein *D*, durch dessen Buchse die Mühlspindel *E* hindurchgeht. *F* ist der, an der Spindel in einer Kugelhaue gewöhnlicher Konstruktion befestigte Oberstein. Der Bodenstein wird durch die Schrauben *a a* horizontal eingestellt, der Abstand beider Steine wird in gewöhnlicher Weise durch eine Stellvorrichtung an dem Spurlager *G* regulirt. Die Aufschüttung

erfolgt durch den Rumpf *H*, dessen Zuführungsrinne mittelst eines Dreischlages und federnden Holzstabes bewegt wird. Der

Fig. 65.

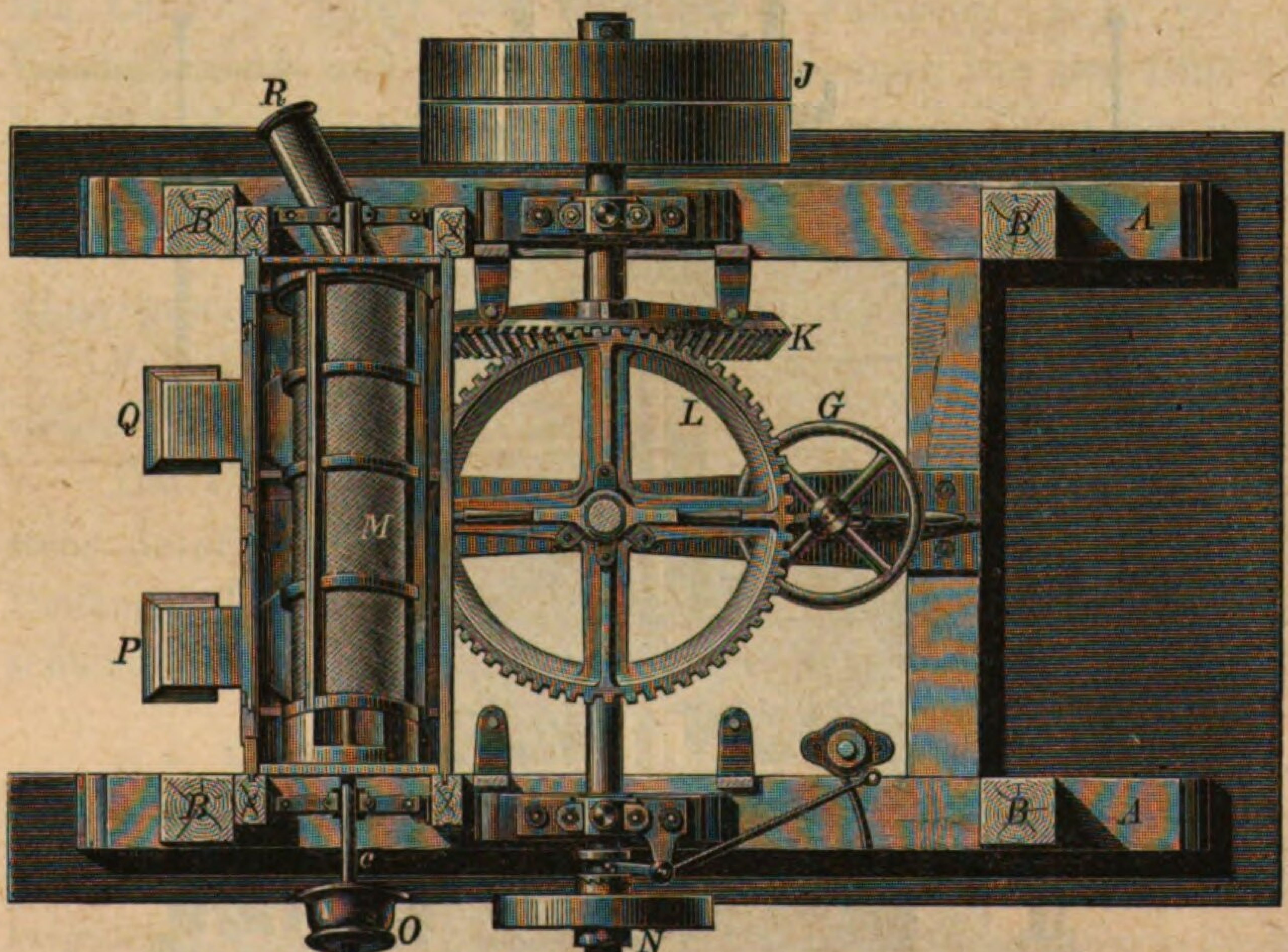


Betrieb des Mahlganges wird durch die Welle *b* übertragen, welche mit fester und loser Riemenscheibe *I* versehen ist, und

durch die konischen Räder *K* und *L* die Bewegung auf die Mühlspindel überträgt.

Das Mahlgut gelangt aus dem Umlaufe in den Drathcylinder *M*, welcher in einem Gehäuse innerhalb des Mühlengerüstes angeordnet ist. Die Drathgaze enthält 30 Fäden auf 13 Millimeter. Im Innern des Cylinders liegt eine mit 4 Bürsten armirte Welle *c*, welche durch die Riemenscheiben *N* und *O* von der Betriebswelle *b* in Umdrehung versetzt wird. Die Bürsten sind derartig eingestellt, dass sie gegen den inneren

Fig. 66.

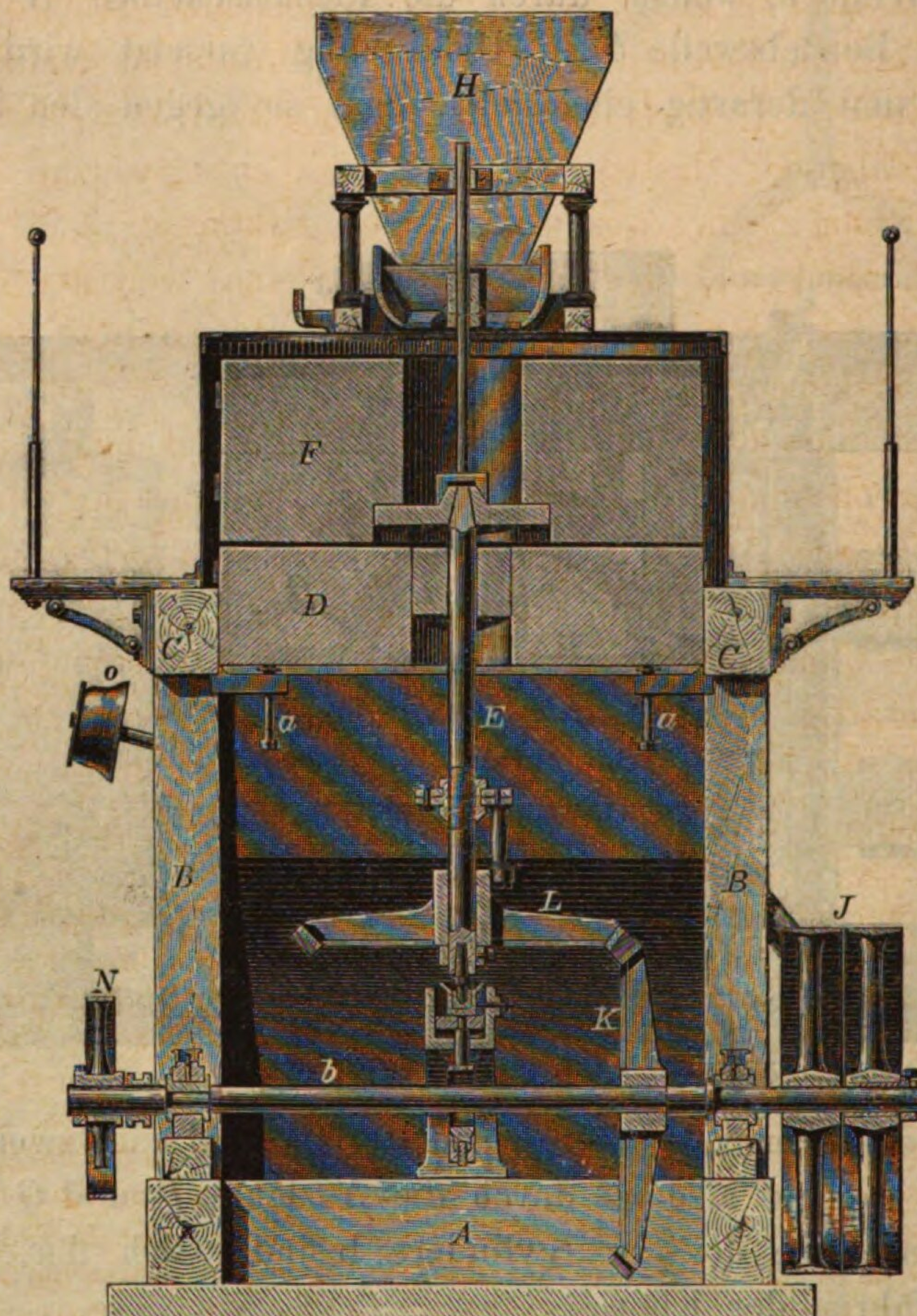


Umfang der Trommel drücken und das Mahlgut nach zwei Sorten trennen, welches alsdann durch die Ausläufe *P* und *Q* heraustritt. Am Ende des Sortircylinders befindet sich das Rohr *R* zum Abführen der Kleie.

Die Plattform der Mühle ist derartig vergrössert, dass man bequem von allen Seiten Zutritt hat; ein Geländer sichert die Arbeiter beim Aufschütten des Getreides. Neben dem Umlaufe ist der Steinkrahn *T* angebracht, welcher das Abheben des Läufers erleichtert. Das Nachschärfen desselben kann unmittel-

bar auf der Bühne erfolgen. Der Durchmesser der Steine beträgt 1,1 Meter, die Leistung der Mühle stellt sich bei einem Betriebe durch 3 Pferdekraft auf 6 bis 7 Hektoliter Schrot oder 2,15 bis 2,75 Hektoliter Mehl in der Stunde.

Fig. 67.



In neuerer Zeit liebt man es, die transportablen Mahlgänge mit eisernen Gestellen zu versehen. Einen Vortheil gegenüber den hölzernen Mühlengerüsten besitzen diese jedoch nicht, wenn man nicht den Umstand berücksichtigt, dass man

bei letzteren zuweilen nicht die Garantie dafür hat, dass trockenes Holz in Anwendung gebracht wurde.

Zuweilen werden die transportablen Mahlgänge, in ähnlicher Weise wie die kombinirten Dreschmaschinen, auf Räder gesetzt, um mit einer Lokomobile von Ort zu Ort zu fahren und gegen Lohn zu mahlen. Sehr solide Mahlgänge dieser Art fertigt Garrett in Leiston. Im Allgemeinen scheint es mir, als wenn kein Bedürfniss nach diesen Maschinen vorliegt.[1]

Ueber die Betriebskraft und Leistungsfähigkeit der Mahlgänge lassen sich nur Näherungswerthe angeben. Die Leistung hängt von sehr vielen Faktoren, z. B. von der Beschaffenheit und der Schärfe der Steine, von der Güte und Feinheit des Produktes, von der richtigen Stellung der Steine, der Umdrehungsgeschwindigkeit derselben u. s. w. ab. Da diese Faktoren ausserordentlich variiren, so findet man häufig die widersprechendsten Angaben über die Leistung der Mahlgänge.

Folgende Angaben mögen als Näherungswerthe und als in vielen Fällen zutreffend, hier Platz finden.[2]

Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Mühlsteine wird meistens derartig bemessen, dass die Geschwindigkeit am äusseren Umfange 7,84 bis 8,78 Meter pro Sekunde beträgt. Eine Geschwindigkeit von 8,5 Meter giebt in runden Zahlen:

1) So ganz neu, wie zuweilen, namentlich Seitens der englischen Fabrikanten, angenommen wird, ist diese Kombination eines Mahlganges mit einem Fuhrwerke eigentlich nicht. Bereits gegen das Ende des sechszehnten Jahrhunderts baute Targone, ein Ingenieur des Marq. Ambrosius Spinola, eine derartige Mühle, welche hauptsächlich gebraucht wurde, um im Kriege Mehl für die Truppen zu bereiten. Garrett's Konstruktion zeigt keine erheblichen Abweichungen von der Targone'schen, nur wurde bei letzterer der Betrieb durch Pferde bewirkt. Beschrieben und abgebildet ist dieselbe in dem Werke: Novo teatro di machine ed edificii di Vittorio Zonca, architetto della magnifica communita di Padoua. In Padoua apresso Franc. Bertelli 1656. mit der Ueberschrift: Noua inuentione de' molini per macinare et condurre in guerra, inuentati dal Sig. Pompeo Targone ingegniero dell' eccellentissimo Sig. Ambrosio Spinola, generale per la maestà cattolica in Fiandra.

Beckmann giebt in seinen „Beiträgen zur Geschichte der Erfindungen“ Bd. I, S. 354 noch mehrere Quellen an, in welchen diese transportablen, auf Fuhrwerken montirten Mühlen beschrieben sind.

2) Nach einem Aufsatze von Friedrich Neumann in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. VIII, S. 518.

bei	Steinen	von	0,94	Meter	Durchmesser	170	Umdrehungen	pro	Minute
„	„	„	1,09	„	„	150	„	„	„
„	„	„	1,25	„	„	130	„	„	„
„	„	„	1,41	„	„	115	„	„	„
„	„	„	1,56	„	„	100	„	„	„

Die erforderliche Betriebskraft stellt sich für mittlere Verhältnisse im Durchschnitte folgendermassen:

bei	Steinen	von	0,94	Meter	Durchmesser	$2^1/_4$	Pferdekraft
„	„	„	1,09	„	„	3	„
„	„	„	1,25	„	„	4	„
„	„	„	1,41	„	„	5	„
„	„	„	1,56	„	„	$6^1/_2$	„

Die Angaben über die Leistung der Mühlen variiren noch mehr als die über die Betriebskraft und passendste Geschwindigkeit. Es kann dies auch nicht gut anders sein, da die Leistung, wie bereits erwähnt, von zu vielen einzelnen Faktoren abhängt.

Nach den Versuchen des Mühlenbaumeisters Wulff hat Wiebe[1] unter der Annahme, dass für die Mahlarbeit allein pro Gang 5 Maschinenpferdekraft verwandt wurden, nachstehende Tabelle berechnet, welche mit seinen anderweitigen Beobachtungen und Erfahrungen übereinstimmen soll:

Mahlquantum pro Stunde und Pferdekraft.

Mahlmethode	Ohne Ventilation		Mit Ventilation	
	Pfunde	Hektoliter	Pfunde	Hektoliter
I. Weizen.				
1) Einmal fein geschroten . . .	53	0,330	71	0,467
2) Mit Einschluss des ersten Gries fein gemahlen	45	0,292	60	0,396
3) Mit Einschluss des ersten und zweiten Gries fein gemahlen .	40	0,264	53	0,252
II. Roggen.				
1) Einmal fein geschroten . . .	52	0,357	70	0,478
2) Zweimal gemahlen	31	0,220	42	0,291
3) Dreimal „	25	0,171	33	0,231
4) Viermal „	23	0,159	30	0,209

Diese Zusammenstellung stimmt mit den Angaben von Armengaud[2] gut überein, nach welchen in der Umgebung von

1) A. a. O. S. 279.

2) Publication Industrielle, Bd. X, S. 260.

Paris, wo man nicht geringe Anforderungen hinsichtlich Feinheit und Weisse des Mehles stellt, pro Stunde und Pferdekraft 20 bis 22 Kilogramm Weizen vermahlen werden, was, das Hektoliter zu 75 Kilogramm gerechnet, 0,28 Hektoliter ergiebt.

Zur Berechnung der Kosten des Mahlens nehmen wir beispielsweise einen Mahlgang mit Steinen von 1,25 Meter Durchmesser, welcher 4 Pferdekraft zum Betriebe erfordert. Derselbe kostet mit französischen Steinen und Beutelcylinder sowie allem Zubehör 580 Thaler. Die Leistung würde nach der letzten Angabe im Durchschnitte 160 Pfund Weizen betragen, welche zu Mehl vermahlen werden, demnach pro Tag in 10 Arbeitsstunden 1600 Pfund oder 10,6 Hektoliter. Die täglichen Betriebskosten würden sich wie folgt stellen:

1) Betriebskraft. Lokomobile von 4 Pferdekraft (nach Seite 127)	2 Thlr.	18 Sgr.	— Pf.
2) Amortisation und Zinsen des Mahlganges mit Zubehör, 15 Procent von 580 Thaler, auf 200 Tage vertheilt	— „	13 „	— „
3) Arbeitslohn für den Müller	— „	20 „	— „
4) Ein Gehülfe	— „	15 „	— „
Summa	4 Thlr.	6 Sgr.	— Pf.

Demnach kostet das Vermahlen von 1 Pfund Weizen $^{15}/_{16}$ oder nahezu 1 Pfennig, das Vermahlen von 1 Hektoliter Weizen 11,8 Silbergroschen oder nahezu 12 Sgr.

Die Leistung der einfachen Schrotmühlen ist eine viel bedeutendere, so dass sich demnach die Kosten des Schrotens wesentlich niedriger stellen als die des Mahlens. Es ergab z. B. ein Versuch mit einer Schrotmühle von Amies & Barford auf der Ausstellung in Rostock die Leistung von 180 Pfd. gröberes und ebensoviel feineres Roggenschrot. Dies ergiebt pro Stunde 432 Pfund, oder, 75 Kilogramm gleich 1 Hektoliter gerechnet, 2,88 Hektoliter, pro Tag in 10 Arbeitsstunden 28,8 Hektoliter Roggenschrot. Der Preis der Schrotmühle betrug 200 Thaler. Nehmen wir die Betriebskraft wiederum gleich 4 Pferdekraft, so stellen sich die Kosten:

1) Betriebskraft wie oben		2 Thlr.	18 Sgr.	— Pf.
2) Amortisation und Zinsen der Schrotmühle, 15 Procent von 200 Thaler, auf 200 Tage vertheilt . . .		— „	4 „	6 „
3) Arbeitslohn		— „	15 „	— „
	Summa	3 Thlr.	7 Sgr.	6 Pf.

Demnach kostet die Herstellung von

1 Pfund Roggenschrot 0,26 Pfennige,
1 Hektoliter „ 3,35 Silbergroschen.

Zum Schlusse seien hier noch die Leistungen und Preise der transportabeln Mahlgänge mit Beutelcylindern von H. F. Eckert in Berlin aufgeführt:

Leistung.

Pferdekraft	Hektoliter Schrot in 12 Stunden	Hektoliter Mehl in 12 Stunden
1	13,17	4,39
2	19,76	6,58
3	26,35	13,17
4	32,94	16,47

Preise.

Durchmesser der Steine Meter	Franz. Steine Thaler	Deutsche Steine Thaler	Mahlcylinder mit Elevator Thaler
0,78	310	270	110
0,94	340	300	115
1,09	380	340	130
1,25	430	390	150
1,41	480	440	170

4. Die Dampfkraft zum Betriebe der Futterbereitungsmaschinen.

Wir haben oben (Seite 127) gesehen, dass die Dampfkraft um so theuerer zu stehen kommt, je kleiner die erforderliche Betriebskraft ist. Wollte man Maschinen, welche äusserst geringe Betriebskräfte erfordern, noch durch Dampfkraft in Bewegung setzen, so würde man endlich an eine Grenze anlangen, wo die letztere sich als unrentabel erweisen müsste. Vor Allem wird dieser Fall eintreten, wenn die Dampfmaschine eine weit stärkere Leistungsfähigkeit besitzt, als der Arbeitsmaschine entspricht. Hier wird hauptsächlich der möglichst

ökonomische Betrieb gewahrt werden mittelst der Expansion, welche jetzt auf das Maximum gebracht werden muss. Andererseits aber wird es immer unrationell sein, mit einem Motor von beispielsweise 6 Pferdekraft eine Häckselmaschine zu betreiben, welche bei voller Arbeit $1\frac{1}{2}$ Pferdekraft konsumirt. Demnach wird es sich empfehlen, da die Dampfmaschinen zumeist für weit stärkere Leistung angeordnet sind, als dem Betriebe der kleineren Futterbereitungsmaschinen entspricht, mittelst geeigneter Transmission gleichzeitig mehrere dieser Arbeitsmaschinen in Thätigkeit zu setzen, so dass die Stärke des Motors nach Möglichkeit und in ökonomischer Weise ausgenutzt werde.

Die durch Dampfkraft in Bewegung gesetzten Futterbereitungsmaschinen unterscheiden sich in ihrer Konstruktion nicht von den für Handbetrieb eingerichteten; nur werden auf der Triebwelle anstatt der Kurbel zum Drehen der Maschine eine feste und lose Riemenscheibe aufgesetzt, und die Dimensionen der arbeitenden Theile derartig vergrössert, dass dadurch eine möglichst grosse Leistungsfähigkeit resultirt. Von den Futterbereitungsmaschinen können hier nur diejenigen angeführt werden, welche sich speciell für den Dampfbetrieb eignen.

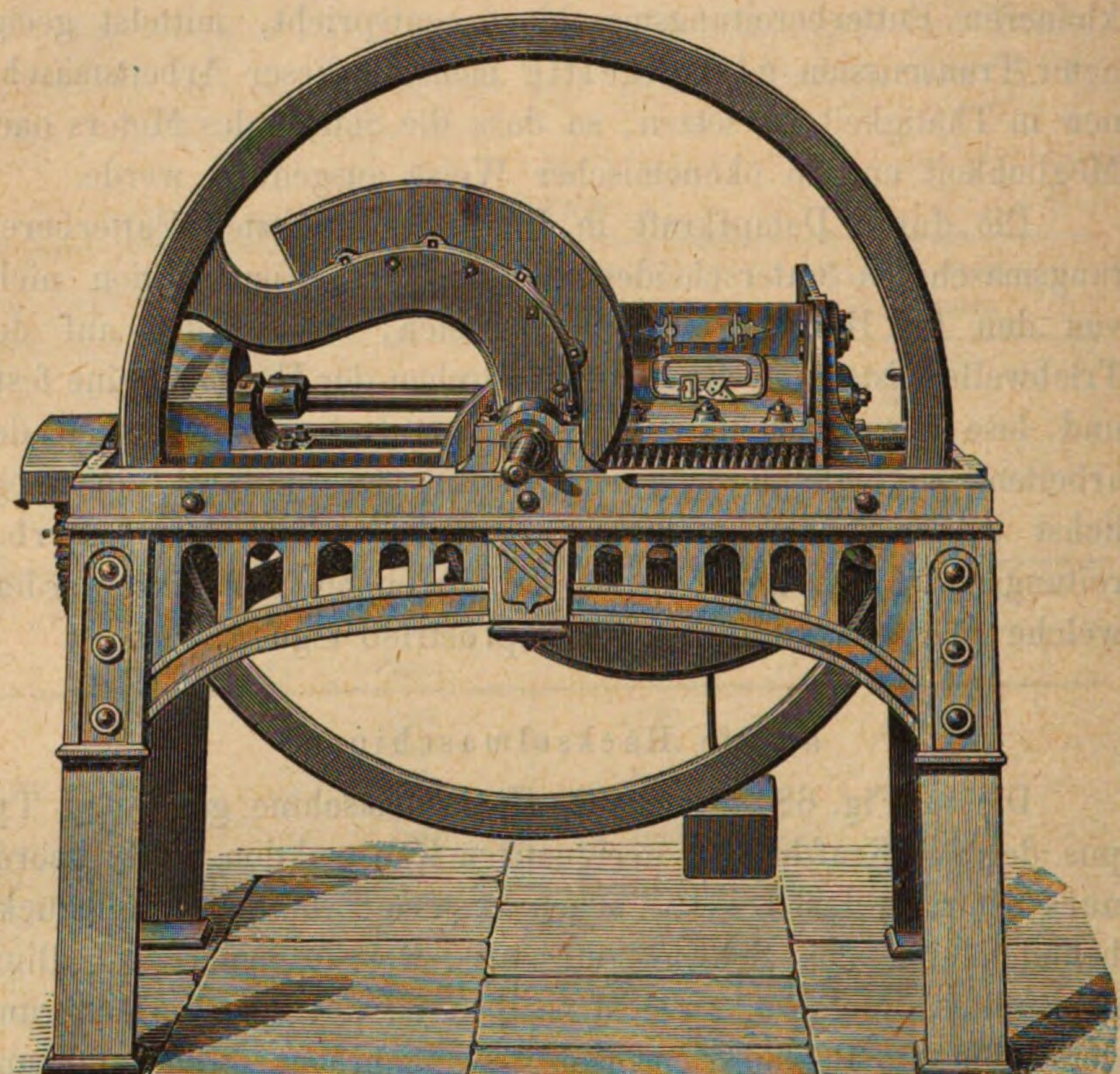
a) Die Häckselmaschinen.[1]

Die in Fig. 68 dargestellte Häckselmaschine giebt den Typus der für Kraftbetrieb geeignetsten Konstruktion. Die Anordnung ist nach dem Lester'schen Systeme; vor dem Mundstücke befindet sich das Schwungrad mit zwei in einer Spirallinie gekrümmten Messern. Vor denselben ist auf der Verlängerung der Welle die Betriebsriemenscheibe angebracht. Die Zuführung des Strohes erfolgt mittelst zweier, übereinander gelagerter gezackter Walzen, welche aus einzelnen, neben einander auf den Wellen aufgesteckten Scheiben bestehen. Zur grösseren Sicherheit besitzt die vorliegende Anordnung zwei Paar derartiger Speisewalzen, von denen in der Zeichnung nur die Betriebs-

1) Ueber die Konstruktion derselben vergl. Handbuch zur Anlage und Konstruktion landwirthschaftlicher Maschinen, Bd. I, S. 383.

wellen sichtbar sind. Das Vorschieben des Strohes wird dadurch vollkommen gesichert. Der Betrieb der Speisewalzen erfolgt durch konische- und Stirnräder von der Schwungradwelle aus; durch Auswechslung der Stirnräder lässt sich die Geschwindigkeit der Walzen und demnach die Häcksellänge leicht regu-

Fig. 68.



liren. Die Walzen können sich, vermittelst eines an einem Hebel wirkenden Gewichtes, welches die Lagerstellung der oberen Walzen regulirt, bei eintretenden Verstopfungen selbstthätig heben, so dass das Hinderniss sofort beseitigt wird, und ein Bruch der Bewegungstheile nicht stattfinden kann. Speciell empfehlenswerth ist die vorliegende Konstruktion wegen der

soliden Lagerung des Schwungrades in dem Gestell und der Stärke des letzteren. Das Mundstück der Maschine hat in der Ausführung von Richmond & Chandler in Salford eine Breite von 34 Centimeter; zum Betriebe sind 1½ bis 2 Pferdekraft erforderlich. Die Leistung ergiebt sich bei 130 Umdrehungen des Schwungrades auf

750	Pfund	Häcksel	von	6½	Millimeter Länge
1500	„	„	„	13	„ „
3000	„	„	„	26	„ „

Der Preis der Maschine beträgt einschl. der Riemenscheibe und eines Paares Reservemesser 121⅓ Thaler.

In Betreff der passendsten Häcksellänge sei hier erwähnt, dass es sich empfiehlt, die grösseren Maschinen zum Schneiden von 3 bis 4 Sorten einzurichten, und zwar in folgenden Längen:

8	Millimeter	für	Schaffutter
15	„	„	Pferdefutter
22	„	„	Kuhfutter
29	„	„	desgl.

Es hat sich als nachtheilig herausgestellt, kürzere Längen, namentlich als Schaf- und Pferdehäcksel, zu verfüttern, bez. mit dem anderweitigen Futter zu mischen, da es eine feststehende Thatsache ist, dass viele Koliken der Thiere lediglich von einer Fütterung mit zu kurzem Häcksel herrühren.

Die durchschnittliche Leistungsfähigkeit der durch Dampfkraft in Bewegung gesetzten Häckselmaschinen stellt sich nach den Ermittelungen, welche die Königliche Ackerbaugesellschaft von England angestellt hat, bei einer Pferdekraft pro Stunde auf 1500 Pfund Häcksel von 10 Millimeter Länge. Beim Handbetriebe beträgt die Leistung dagegen nur 150 Pfund pro Stunde bei gleicher Länge, so dass die Leistung der durch Dampf betriebenen Maschine bei 1 Pferdekraft 10 mal grösser ist wie beim Handbetriebe.

Die wirklichen Kosten des Häckselschneidens lassen sich leicht feststellen; jedoch muss hier stets die Art und anderweitige Beschäftigung der Dampfmaschine berücksichtigt werden, wesshalb von der Aufführung eines Beispieles Abstand genommen wird.

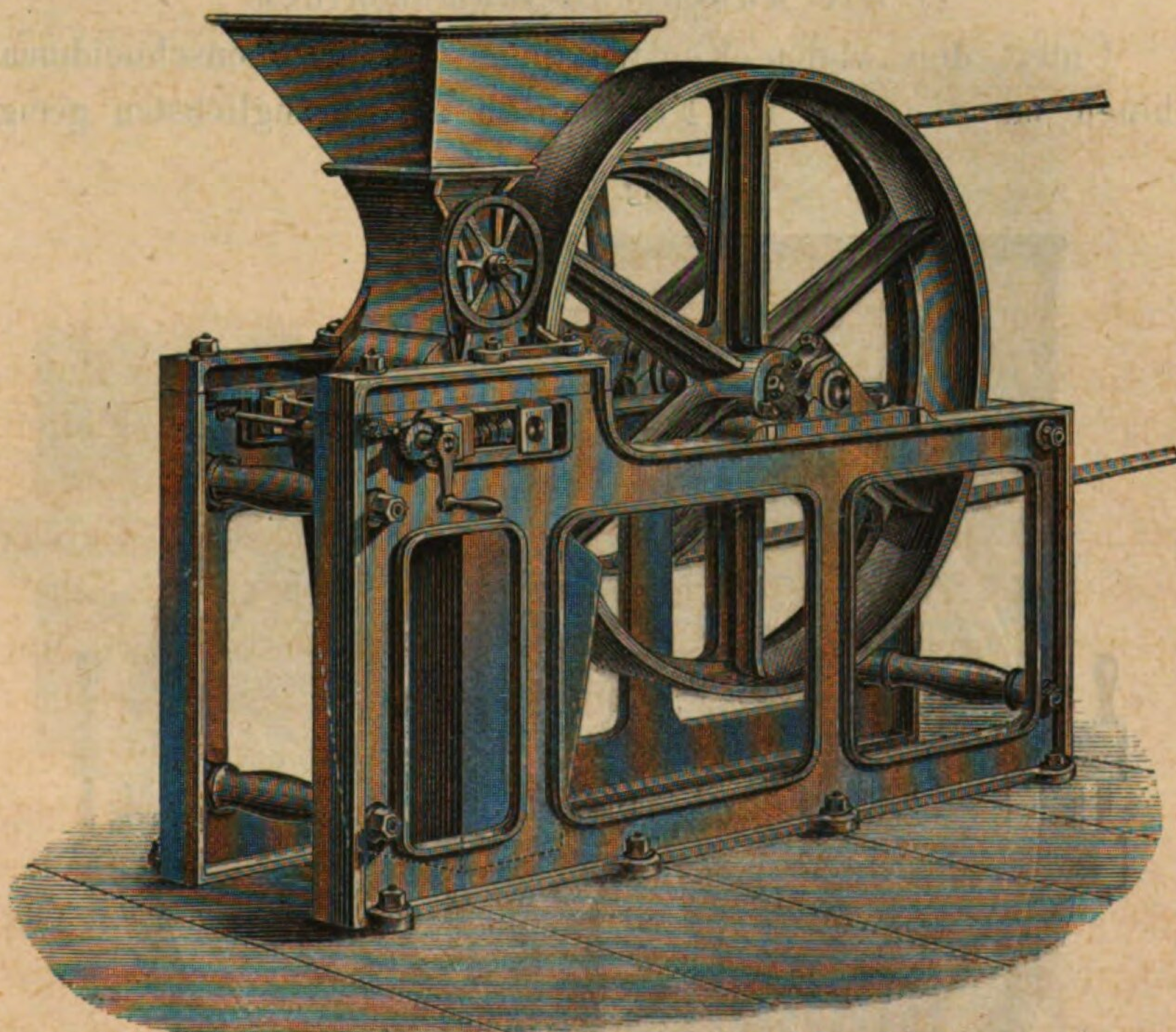
Schliesslich sei noch erwähnt, dass die Fabrik von Garrett in Leiston transportable, d. h. auf Rädern montirte Häckselmaschinen fertigt, welche für Dampfbetrieb eingerichtet sind und in ausserordentlich grossen Dimensionen hergestellt werden. Diese Maschinen werden von Vermiethern benutzt, welche mit der Lokomobile und Dreschmaschine herumziehen, und nebenbei die Häckselmaschine zur Miethe arbeiten lassen. In der grössten Ausführung besitzt diese, ebenfalls nach Lester'schem Systeme angeordnete Maschine 4 Messer am Schwungrade, und schneidet Häcksel von $6\frac{1}{2}$, 10, 13, 19 und 104 Millimeter; letztere Länge für Streu. Die Leistung beträgt bei der grösseren Länge bis 50 Centner pro Stunde, der Preis der Maschine $273\frac{3}{4}$ Thaler.

b) Die Haferquetschen.

Die vorzüglichsten Maschinen zum Quetschen des Hafers sind nach dem Turner'schen Systeme angeordnet. Der Hafer gelangt aus einem Rumpfe in den Zwischenraum zweier glatten Scheiben, welche entweder von gleichem, oder wie dies in neuerer Zeit beliebter geworden ist, von verschiedenem Durchmesser sind. Für Kraftbetrieb eingerichtet, können die Scheiben einen Durchmesser von 1,25 und eine Breite von 0,25 Meter erhalten. Die Leistung wird hierdurch eine sehr bedeutende. Die Maschinen sind in gleicher Weise zum Quetschen von Malz und Leinsamen sowie als Bohnenmühlen geeignet. In Fig. 69 ist eine Turner'sche Quetschmühle in kräftigster Konstruktion und für sehr grosse Leistung dargestellt. Das Mahlgut gelangt aus dem Rumpfe zunächst in eine Zuführungsvorrichtung, bestehend aus einer kannelirten Walze, welche das Material den Arbeitswalzen zuführt. Letztere sind in einem soliden Gestell derartig gelagert, dass die kleinere zu der grösseren passend eingestellt werden kann, so dass man im Stande ist, den Hafer u. s. w. mehr oder minder fein zu quetschen. Die Anordnung der Stellvorrichtung weicht von der gewöhnlichen, wie sie bei den in den Brennereien benutzten Kartoffelquetschmaschinen angewendet wird, nicht ab.

Der Betrieb erfolgt durch eine, auf der Welle der grossen Walze aufgesetzte Riemenscheibe; die kleinere Walze erhält ihre Umdrehungen lediglich durch die Friktion. Auf der Achse der letzteren befindet sich eine kleine Riemenscheibe, von welcher eine desgl. von grösserem Durchmesser auf der Welle der Zuführungswalze betrieben wird.

Fig. 69.



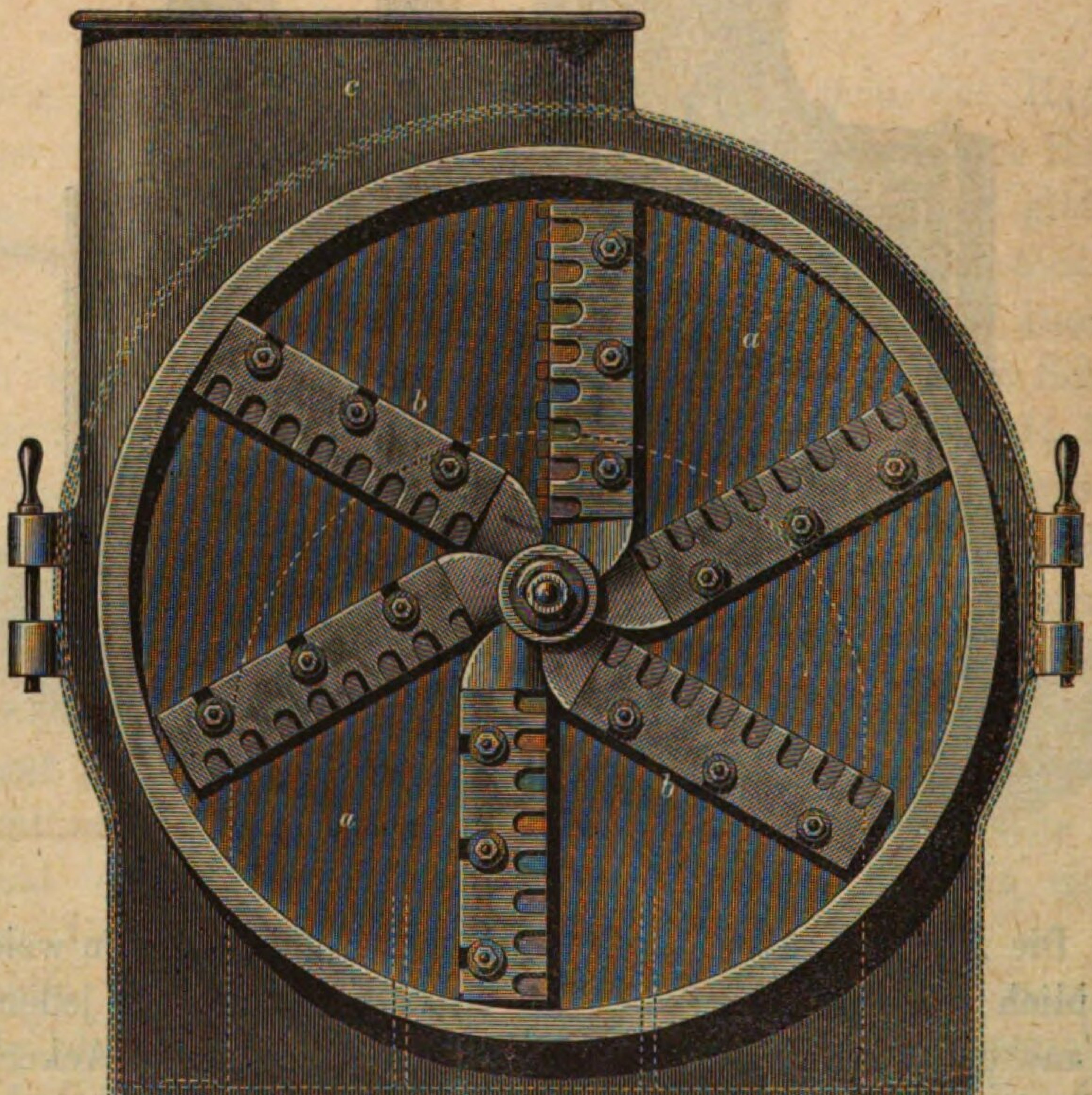
Die Angaben über die Leistung der Haferquetschen weichen erheblich von einander ab; die zuverlässigsten sind jedenfalls die aus den sorgfältigen Prüfungen der Königlichen Ackerbaugesellschaft von England gewonnenen. Danach verarbeitete im Durchschnitte verschiedener Versuche die Turner'sche Quetsche in einer Stunde bei einem Betriebe von 1 Pferdekraft 300 Pfund

Leinsamen oder 500 Pfund Hafer. Die Maschine von Ransomes & Sims mit zwei Walzen von gleichem Durchmesser lieferte bei neueren Versuchen noch günstigere Resultate, wie es überhaupt den Anschein hat, als wäre letztere Konstruktion die empfehlenswerthere. Der Preis der Haferquetschen, für Kraftbetrieb eingerichtet, beträgt je nach der Leistungsfähigkeit 100 bis 160 Thaler; die in Fig. 69 dargestellte Maschine, welche in sehr grossen Dimensionen ausgeführt ist, kostet 280 Thaler. [1]

c) Die Rübenschneidemaschinen.

Unter den vielen Konstruktionen von Rübenschneidemaschinen ist diejenige für Kraftbetrieb am vorzüglichsten geeig-

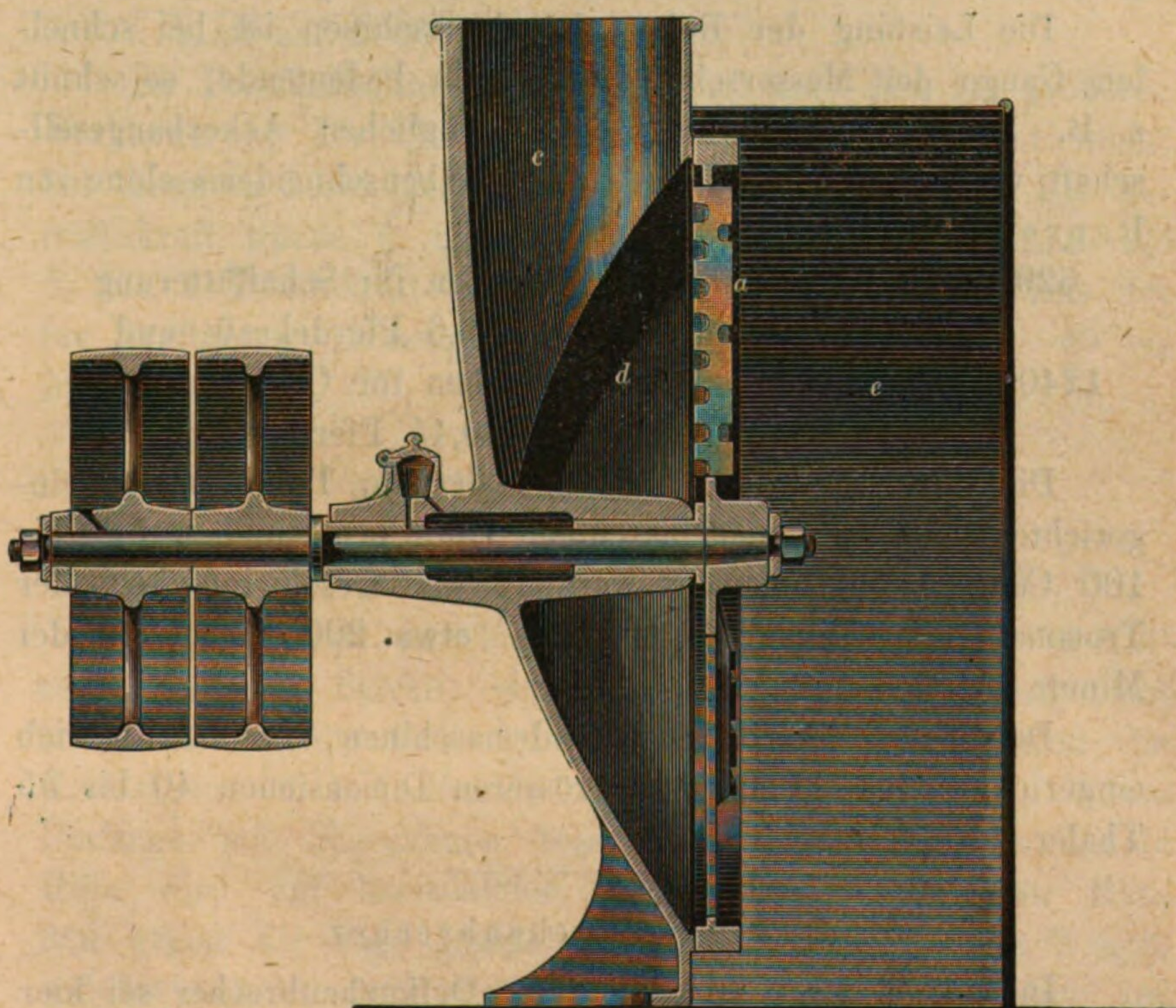
Fig. 70.



1) Ausführliches über die Konstruktion der Haferquetschen befindet sich in Rühlmann's Allgemeiner Maschinenlehre Bd. II, S. 224 und im Handbuche zur Anlage und Konstruktion landwirthschaftlicher Maschinen Bd. I, S. 419.

net, bei welcher die Schneideapparate auf einer ebenen, vertikal gestellten Scheibe angebracht sind. Fig. 70 und 71 zeigen die vordere Ansicht und den Längendurchschnitt dieser Maschine. Die Messer *b* sind in radialer Richtung auf der Scheibe *a* befestigt. Die Rüben fallen aus dem Rumpfe *c* in den gewölbten Raum *d*, in welchem sie von den aus der Scheibe

Fig. 71.



vorstehenden Messern erfasst und geschnitten werden. Die geschnittenen Stücke treten durch die Schlitze der Scheibe hindurch, und gelangen in den, durch ein gebogenes Blech abgesperrten Raum *e*. Dieses Blech ist mittelst Gelenke an dem gusseisernen Körper der Maschine befestigt und kann leicht abgenommen werden. Die Aufstellung der Maschine erfolgt entweder auf hölzernen Schwellen oder auf einem gemauerten Fundamente;

kleinere Maschinen erhalten ein gusseisernes Gestell von angemessenen Dimensionen.

Wenn die beschriebene Maschine in Folge ihrer soliden Konstruktion und grossen quantitativen Leistung als die für Kraftbetrieb geeignetste hingestellt wurde, so soll damit anderen Konstruktionen, z. B. der Gardner'schen oder Moody'schen Maschine, keineswegs der Werth abgesprochen werden. Auch diese lassen sich vortheilhaft durch Dampfkraft betreiben.[1]

Die Leistung der Rübenschneidemaschinen ist bei schnellem Gange der Messerscheibe eine sehr bedeutende; so schnitt z. B. auf der Ausstellung der Königlichen Ackerbaugesellschaft von England zu Chester die Rübenschneidemaschine von Ransomes & Sims in Ipswich

6290 Pfd. Rüben, in feine Scheiben für Schaffütterung bei einem Kraftaufwande von 0,6 Pferdekraft, und

12400 Pfd. Rüben in starke Scheiben für Ochsenfutter bei einem Kraftaufwande von 0,45 Pferdekraft.

Die durchschnittliche Leistung der für Dampfbetrieb eingerichteten Rübenschneidemaschinen kann pro Stunde auf 80 bis 100 Centner angenommen werden; die Geschwindigkeit der Trommel oder Messerscheibe muss etwa 200 Touren in der Minute betragen.

Der Preis der Rübenschneidemaschinen, für Kraftbetrieb eingerichtet, beträgt in den grösseren Dimensionen 40 bis 55 Thaler.

d) Die Oelkuchenbrecher.

In Betreff der Konstruktion der Oelkuchenbrecher sei hier nur erwähnt, dass das vorzüglichste System das mit zwei übereinander liegenden Walzenpaaren ist, welche mit hervorspringenden Zacken versehen sind.[2]

1) Ueber Rübenschneidemaschinen in den beiden in der letzten Note angegebenen Werken, bez. Bd. II, S. 539 und Bd. I, S. 423.

2) Eine genaue Zeichnung des Nicholson'schen sehr verbreiteten Oelkuchenbrechers ist in dem Werke: Die Fortschritte auf dem Gebiete des landwirthschaftlichen Maschinenwesens in den Jahren 1863 bis 1865, Berlin, 1865, Tafel XIII gegeben.

Die Leistung der Oelkuchenbrecher, durch Dampfkraft betrieben, ist eine günstige. Die Versuche in Chester ergaben die stündliche Leistung

des Bentall'schen Oelkuchenbrechers bei einem Kraftaufwande von 0,7 Pferdekraft 6945 Pfund,

des Nicholson'schen Oelkuchenbrechers bei 0,25 Pferdekraft 2790 Pfund,

des Hornsby'schen Oelkuchenbrechers bei 0,5 Pferdekraft auf 3030 Pfund.

Im Durchschnitte kann man annehmen, dass bei gröberer Verkleinerung der Kuchen die stündliche Leistung 25 Centner, bei feinerem Zerkleinern 15 bis 20 Centner beträgt. Die Betriebskraft würde je nach den Dimensionen der Maschine auf ½ bis 1 Pferdekraft zu veranschlagen sein. Der Preis der für Kraftbetrieb konstruirten Oelkuchenbrecher beträgt 40 bis 55 Thaler.

5. Weitere Benutzung der Dampfkraft.

a) Die Kreissägen.

Das leichteste und billigste Mittel zum Schneiden von Hölzern beliebiger Stärke, vorausgesetzt, dass der Schnitt nicht mit vollkommener Genauigkeit zu erfolgen braucht, sind die Kreissägen, d. h. rotirende Stahlscheiben, welche an ihrem Umfange mit Sägezähnen besetzt sind. Das zu schneidende Holz wird auf horizontaler Bahn entweder mit den Händen gegen die Säge geschoben, oder liegt auf einem Wagen, welcher mittelst einer Uebertragung von der Arbeitswelle aus gegen die Säge bewegt wird. Der Vorschub muss bei dem kontinuirlichen Schnitte der Säge ebenfalls ein ununterbrochener sein. Im letzteren Falle, bei der mechanischen Vorrichtung zur Bewegung des Holzes gegen die Säge, wird dasselbe mittelst Klammern oder Keile auf dem Schlitten befestigt, während es im ersteren lose auf dem Arbeitstische aufliegt. Bei den Vorrichtungen zur selbstthätigen Bewegung des Holzes ist eine Regulirung der Geschwindigkeit, mit welcher der Vorschub statt-

findet, erforderlich, da diese sich nach der grösseren oder geringeren Dicke des zu schneidenden Holzes richten muss.

Der Durchmesser des Sägeblattes variirt zwischen 0,3 und 0,95 Meter; vereinzelt kommen auch Kreissägen von einem Durchmesser bis 1,5 Meter vor. Die Zähne sind gewöhnlich bogenförmig ausgeschweift, so dass sich die Sägespäne in dem weiten Raume zwischen je zwei Zähnen einsetzen können, und beim Schnitte nicht hinderlich sind. Die Spitzen der Zähne erhalten bei den Blättern von mittlerem Durchmesser (0,6 Meter) einen Abstand von 10 Millimeter. Zum Schneiden von harten Hölzern empfiehlt es sich, kleinere Zähne zu wählen als für weiche Hölzer. Die Dicke des Blattes von 0,6 bis 0,9 Meter Durchmesser beträgt passend 2 bis 3 Millimeter. Der Schnitt wird alsdann in Folge der Schränkung 3 bis 4 Millimeter breit.

Nach Karmarsch[1] kann die Geschwindigkeit am Umfange der Säge bei Holz von 0,23 bis 0,36 Meter Dicke 5,6 bis 11,2 Meter in der Sekunde betragen, bei dünnerem aber bis zu 15 und 18 Meter gesteigert werden. Für eine Geschwindigkeit von 7,5 Meter würde eine Säge von 0,47 Meter Durchmesser 300, eine von 0,78 Meter 180 Umdrehungen in der Minute machen. Für jedes Meter Bewegung des Sägenumkreises kann man das Holz um 1,3 bis 2,6 Millimeter vorrücken lassen. Eine Säge von 0,73 Meter Durchmesser schneidet in 0,23 Meter dickem, trockenem Eichenholze stündlich 11,8 Quadratmeter, und bedarf dazu nicht mehr bewegende Kraft als ein Sägegatter mit vier geraden Blättern, welches um den zehnten Theil weniger Arbeit liefert.

Ueber den Kraftaufwand und die Leistung der Kreissägen giebt Scholl[2] folgende Daten:

Eine Säge von 0,68 Meter Durchmesser gab bei 266 Umdrehungen in der Minute und in 0,22 Meter starkem Eichenholze 12,5 Quadratmeter Schnittfläche bei einem Kraftaufwande

1) Karl Karmarsch, Handbuch der mechanischen Technologie, Bd. I, Hannover 1857.

2) E. F. Scholl, Der Führer des Maschinisten, S. 501.

von 3,55 Pferdekraft. Eine Kreissäge, zum Zerlegen von frischen Kieferstämmen von 3,75 bis 4,4 Meter Länge in Bretter, betrieben durch eine Lokomobile von 8 Pferdekraft, lieferte bei einem Blattdurchmesser von 0,94 Meter

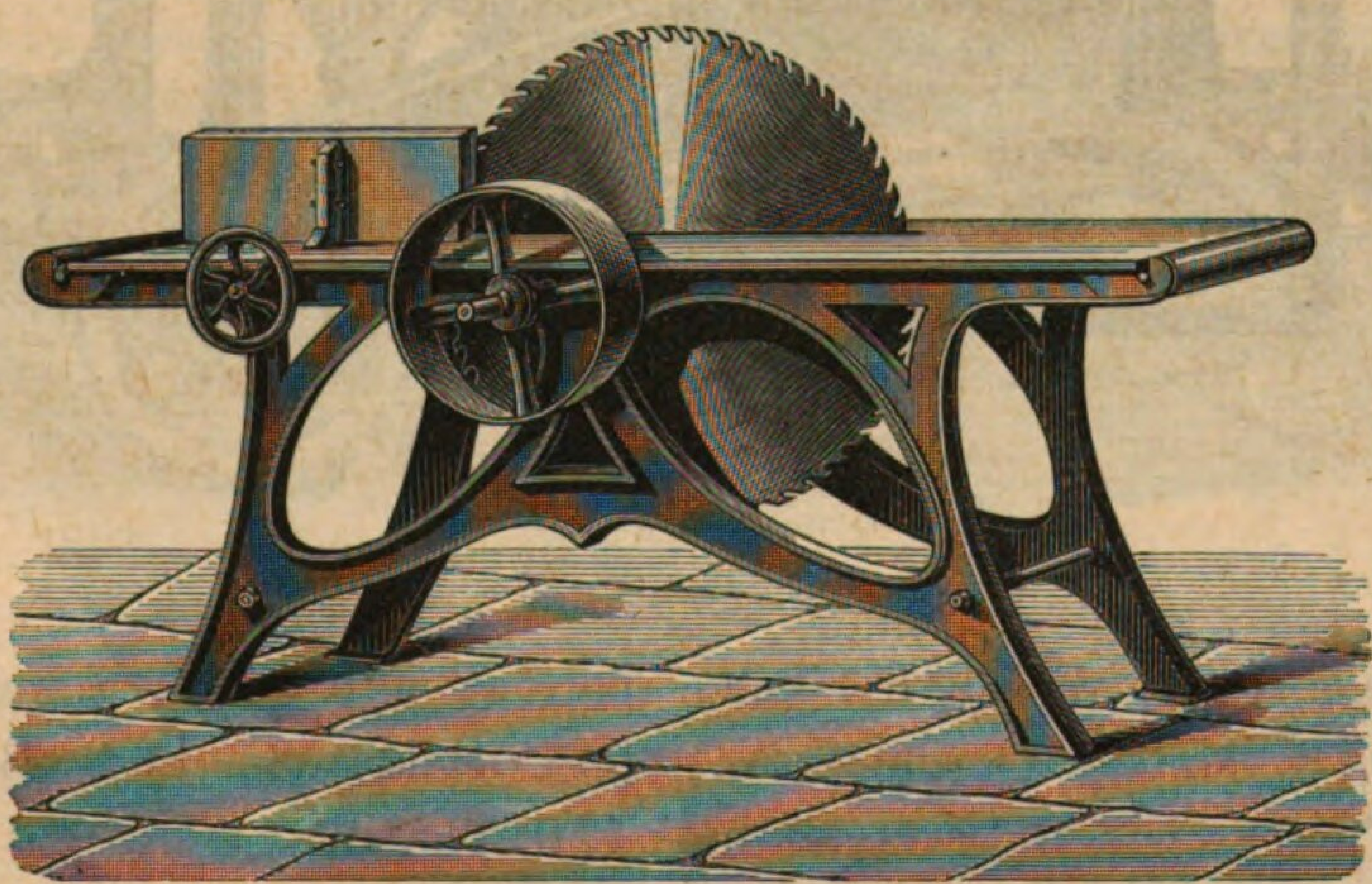
pro Tag 26 Millimeter starke Bretter 6 bis 7 Schock,
3,75 Meter lang, 0,21 bis 0,31 Meter breit, und
in gleicher Zeit 13 bis 19 Millim. starke Bretter 7 bis 8 Schock,
3,75 Meter lang, 0,21 bis 0,31 Meter breit.

Nach Hartig lässt sich die Betriebskraft beim Schneiden von Holz mittelst der Kreissäge durch die Formel

$$N = 0{,}0063\ d\ u \text{ Pferdekraft}$$

ausdrücken, in welcher d den Durchmesser des Sägeblattes in Metern und u die Anzahl der minutlichen Umdrehungen bedeutet.

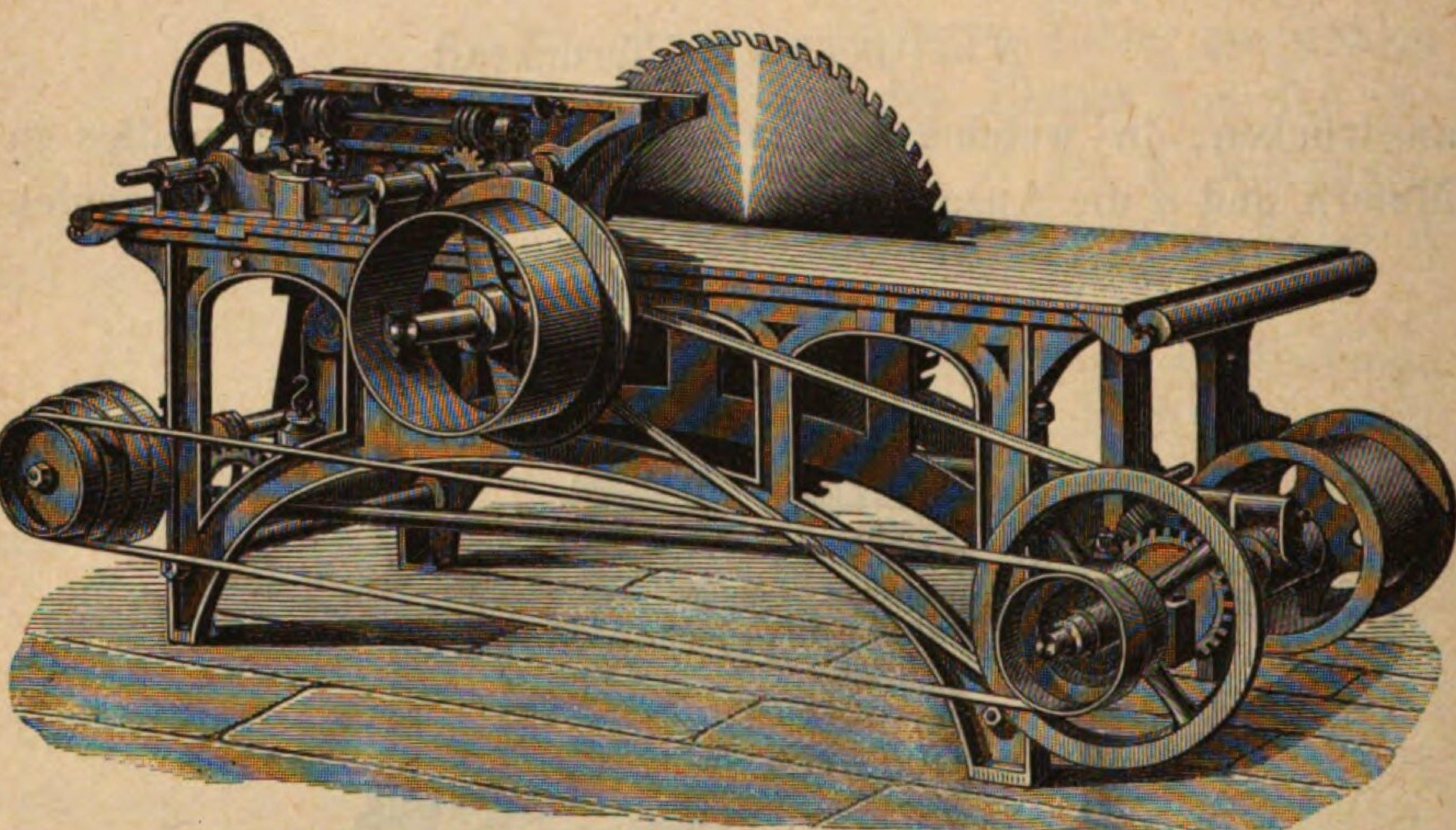
Fig. 72



Die Anordnung einer einfachen Kreissäge für Handvorschub ist aus Fig. 72 ersichtlich. Der Tisch besteht hier aus einer abgehobelten, gusseisernen Platte, in welcher an den Enden kleine Rollen zu leichterer Bewegung des Blockes eingelegt sind. Die Säge ruht in Lagern, welche unter dem Tische in dem geschmackvollen gusseisernen Gestell angebracht sind. Am Ende der Welle befindet sich eine Riemenscheibe, welche den Betrieb von dem Motor aufnimmt. Auf dem Tische befindet

sich, in einem Supporte beweglich und durch eine Schraube mit Kurbelrad stellbar, ein Klotz, gegen welchen das zu schneidende Holz gepresst wird. Der Abstand dieses Klotzes von dem Sägeblatte giebt die Breite des Schnittes an. An der, der Betriebsscheibe entgegengesetzten Seite der Welle, also in der Zeichnung nicht ersichtlich, ist ein horizontaler Bohrer mit einem passenden Auflager angebracht, so dass der Apparat gleichzeitig zum Bohren benutzt werden kann.

Fig. 73.



Der Preis dieser Kreissäge beträgt mit einem Sägeblatte von 0,78 Meter Durchmesser ohne Bohrtisch und Bohrer 120 Thaler, mit Bohrvorrichtung 150 Thaler.

Die Kreissägen mit selbstthätigem Vorschube sind weit komplicirter und demnach kostspieliger; für Wirthschaften werden in den meisten Fällen die Sägen mit Handvorschub genügen. Nur, wo starke Hölzer möglichst gleichmässig zu schneiden sind, möchte eine Kreissäge letzterer Art zu empfehlen sein. Fig. 73 stellt eine derartige Konstruktion dar. Der Support zur Führung und zum Vorschube des Holzes kann unter beliebigem Winkel zum Sägeblatte eingestellt werden, um Bretterkanten zuzuschärfen. Die Geschwindigkeit des Vorschubes kann je

nach der Stärke der zu schneidenden Hölzer regulirt werden, zu welchem Zwecke ein Vorgelege mit Stufenscheiben eingeschaltet ist. Der Apparat ist ebenfalls mit einer Bohrvorrichtung versehen. Der Preis beträgt mit letzterer Einrichtung 400 Thaler.

b) Die Sägegatter.[1]

Für den Betrieb durch Lokomobilen werden in neuerer Zeit vielfach transportable Vollgatter angewendet, welche, auf Rädern ruhend, am Gewinnungsorte des Holzes aufgestellt werden können. Die Sägemühlen mit vertikalen Sägen haben die horizontalen Gatter fast allgemein verdrängt, trotzdem letztere einen schöneren Schnitt erzielen. Je nach der Kraft des Motors und der Stärke der zu schneidenden Hölzer werden 2 bis 12 Sägen neben einander in einem Rahmen eingespannt, so dass aus dem Blocke gleichzeitig eine der Zahl der Sägen entsprechende Anzahl Bretter oder Bohlen geschnitten wird. Selbstverständlich muss die Entfernung der einzelnen Sägen von einander verändert werden können. Der zu schneidende Block wird auf einem Wagen befestigt, und dieser durch eine passende Transmission allmälig in dem Maasse, als der Schnitt vorwärts schreiten soll, vorgeschoben. Die Säge erhält nach Karmarsch passend eine Geschwindigkeit von 1,6 bis höchstens 2,5 Meter in der Sekunde, kann also bei 0,5 bis 0,8 Meter Hub 60 bis 120 Schnitte in der Minute machen. Bei jedem Schnitte rückt der Wagen mit dem Blocke um 1,3 bis 4 Millimeter vor. Von der Grösse des Vorschubes ist die Leistung der Säge abhängig. Ein Gatter mit 6 Sägen, von denen jede in der Stunde 3 Quadratmeter schneidet, erfordert 7 Pferdekraft; dasselbe liefert alsdann 18 Quadratmeter Schnitt. Die Leistung pro Pferdekraft

1) Ueber die Konstruktion der Sägegatter, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann, geben die beste Auskunft:

Karmarsch, Handbuch der mechanischen Technologie, Bd. I, S. 648, Hannover 1857 und

Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Bd. II, S. 334, Braunschweig 1865.

Gute Zeichnungen eines Bundsägegatters befinden sich in den Mittheilungen des Gewerbevereines für Hannover, Jahrgang 1871, S. 90.

16*

und Stunde beträgt mithin 2,57 Quadratmeter. Dieselbe variirt nach der Holzart; hartes Holz erfordert beim Schneiden einen grösseren Widerstand als weiches, von welchem letzteren pro Stunde und Pferdekraft 3 Quadratmeter geschnitten werden.

Der Rücklauf des Tisches erfolgt mit einer grösseren Geschwindigkeit als der Vorwärtsgang während des Schnittes; es muss zu dem Ende eine besondere Betriebsvorrichtung für den Rücklauf angebracht sein.

Da die Säge nur beim Niedergange schneidet, und dabei gewöhnlich der Klotz nicht vorgeschoben wird, und ferner, da die Säge während des Aufganges dem Klotze Raum zum Vorrücken geben muss, so ist es nothwendig, die Säge in einer schrägen, nach vorn überhängenden Lage zu stellen, deren Neigung sich nach dem Vorschube pro Schnitt richtet, und etwa 20 Minuten beträgt. Die Länge der Säge variirt zwischen 1,5 und 2,5 Meter, wobei 1,25 bis 2 Meter mit Zähnen versehen sind. Die Breite des Sägeblattes ist verschieden zwischen 0,13 und 0,26 Meter, die Dicke beträgt ungefähr 2 Millimeter. Zu dünne Blätter haben nicht die gehörige Steifheit und werden durch die Erwärmung beim Schneiden schlaff, wodurch sich die Reibung erheblich vergrössert; starke Blätter verursachen zu breite Schnitte und demzufolge eine grössere Betriebskraft; ausserdem wird der Spanabfall grösser.

Empfehlenswerther als die auf Rädern ruhenden Gatter sind die auf festen Fundamenten aufgestellten, weil die unvermeidlichen Erschütterungen, welche durch den schnellen Gang der Säge verursacht werden, bei letzteren bei Weitem nicht so nachtheilig wirken als bei den transportablen Apparaten. Auch wird die Länge des Arbeitstisches bei diesen stets derartig begrenzt ausfallen, dass Stämme von bedeutender Länge wiederholt umgespannt werden müssen, während man bei den stationären Sägegattern, wenn der Aufstellungsraum es einigermassen zulässt, selbst die längsten Stämme, ohne umzuspannen, schneiden kann.

Der Preis eines transportablen Gatters mit 6 Sägen beträgt 800 Thaler.

c) Die Bandsägen.[1]

Die Bandsägen bestehen aus einem endlosen Sägeblatte mit zusammengefügten (gelötheten) Enden, welches wie ein Riemen über zwei mit weichem Leder oder Kautschuk bekleidete Riemenscheiben gelegt wird, und an einem Tische vorbei schneidet, auf welchem das zu trennende Holzstück gelagert ist. Ein Vorzug dieser Sägen ist, dass sie ein Schweifen des Schnittes gestatten, also zum Schneiden von Radfelgen und ähnlichen Stücken vortrefflich geeignet sind. Die Enden der Sägen werden mit Silber gelöthet; die absolute Länge derselben beträgt 6 bis 9 Meter. Eine Spannung des über den Scheiben gelegten Blattes wird durch Entfernen der Laufscheiben von einander bewirkt. Die Breite der Scheiben richtet sich nach der des Sägeblattes; sie beträgt etwa 0,68 Meter bei 15 bis 19 Millimeter Blattbreite, 1,25 Meter bei 65 Millimeter Blattbreite. Die untere Scheibe wird durch die Dampfkraft in Bewegung gesetzt. Die Geschwindigkeit der Sägen kann eine sehr hohe sein, und zwar 20 bis 30 Meter in der Sekunde. Beim Schneiden von 0,23 Meter starkem Tannenholze stellte sich die Leistung auf 64 Quadratmeter pro Stunde.

Der Preis einer Bandsäge mittlerer Grösse beträgt 300 Thaler.[2]

d) Die Knochenmühlen.

Zum Zerkleinern roher Knochen bedient man sich entweder der Stampfwerke oder der Walzenmühlen. Erstere besitzen nur eine geringe Leistungsfähigkeit, und werden desshalb mehr und mehr durch die Walzenmühlen verdrängt. Die Stampfwerke sind zumeist mit 4 bis 6 Stampfen versehen, welche in einem gemeinsamen, gusseisernen Troge arbeiten. Die hölzernen Stampfen werden durch eiserne Schuhe von 12 bis 14 Pfund Gewicht beschwert, deren untere Bahn kreisrund und mit ein-

1) Vergl. Rühlmann, a. a. O. S. 382.

2) Die Abbildung einer vorzüglichen Bandsäge von Perin in Paris befindet sich in dem Oesterreichischen Berichte über die Weltausstellung zu Paris 1867, Bd. II, S. 239, Wien 1869.

gehauenen Riefen versehen ist. Das Eingeben der Knochen in das Stampfwerk erfordert grosse Aufmerksamkeit. Es dürfen niemals zu viel Knochen gleichzeitig aufgegeben werden, weil sonst die Wirkung erheblich beeinträchtigt wird. Frische, mit Fleisch und Sehnen versehene Knochen müssen vorher einige Zeit in Kalkwasser gelegt und alsdann getrocknet werden. Sehr trockene Knochen werden, um das Verstauben zu verhüten, etwas angefeuchtet, jedoch darf dies nur in geringem Maasse geschehen, weil zu feuchtes Knochenmehl leicht verdirbt. Das Stampfgut wird durch Siebe von verschiedener Maschenweite nach der Grösse sortirt.

Die Walzenmühlen werden mit kräftigen, gezahnten Brechwalzen versehen, welche neben einander in einem soliden Gestell gelagert sind, und eine Einstellung des Abstandes von einander gestatten. Die arbeitenden gezahnten Scheiben sitzen abwechselnd mit Scheiben von glattem Umfange auf einer Welle; die Zähne der einen Walze korrespondiren mit der glatten Scheibe der eingreifenden Walze. In der Regel liegen zwei Walzenpaare übereinander, von denen das obere mit gröberen Zähnen besetzt ist als das untere, so dass das obere Paar zum Vorbrechen, das untere zum Feinbrechen benutzt wird. Ueber dem oberen Walzenpaare ist ein Rumpf angebracht, aus welchem die Knochen in die Walzen gelangen. Um eine gleichmässige Zuführung zu bewirken, wendet man zuweilen noch eine dritte bez. fünfte Walze an, welche über dem ersten Arbeitswalzenpaare liegt, und mit entsprechenden Vertiefungen zur Aufnahme der Knochen versehen ist. Nach den Angaben von Prechtl[1] kann eine derartige Knochenmühle von Croskill in Beverley, aus zwei Walzenpaaren bestehend und durch eine Dampfmaschine von 10 Pferdekraft betrieben, täglich 300 bis 400 Centner Knochen verarbeiten.

Die neueren verbesserten Knochenmühlen von Picksley, Sims & Co. in Leigh besitzen eine Vorrichtung, um die Knochen gegen die Arbeitswalzen zu pressen. Dieselbe besteht aus einem

1) Technologische Encyklopädie, Bd. XXIV, S. 353.

Poussoir, ähnlich den gleichnamigen Einrichtungen bei den Rübenreiben. Die zerkleinerten Stücke fallen in ein oscillirendes und sich drehendes Sieb, in welchem eine Separation von Knochenschrot und Stücken von etwa 12 Millimeter Stärke erfolgt. Die gröberen Stücke, welche nicht durch das Sieb fallen, treten am Ende der Trommel aus, und werden mittelst eines Elevators wieder in den Rumpf zurückgebracht, um nochmals mit den unbearbeiteten Knochen durch die Walzen zu gehen. Bei der ersten Operation werden etwa folgende Resultate erzielt:

1) 45 Procent Schrot von der ganzen, zur Bearbeitung gebrachten Menge.

2) 30 Procent Knochen von 12 Millimeter Stärke.

3) 25 Procent wieder zu verarbeitende Knochen.

Die Leistung und Preise der Knochenmühlen dieser Konstruktion sind in nachfolgender Uebersicht dargelegt:

Pferdekraft zum Betriebe	Umdrehungsgeschwindigkeit der Arbeitswelle pro Minute	Leistung pro Tag in Centnern	Preis ohne Sieb Thlr.	Preis mit Sieb Thlr.
2	250	20	250	260
4	225	60	430	460
6	200	90	720	760
8	150	120	1000	1050
10	150	150	1280	1540
12	125	180	1590	1650

Will man die Knochen zu Mehl vermahlen, so müssen sie nach dem Schroten einen Mahlgang gewöhnlicher Konstruktion passiren.

Gedämpfte Knochen leisten dem Vermahlen weit geringeren Widerstand als rohe Knochen und werden dieselben durch vertikale Kollersteine, wie solche bei Oelmühlen Anwendung finden, zerkleinert. Die Steine werden am besten aus Granit gefertigt, erhalten passend einen Durchmesser von 1,5 Meter und eine Breite von 0,4 Meter; sie machen etwa 12 minutliche Umgänge um die vertikale Achse. Zu beachten ist, dass der Abstand der beiden Steine von der letzteren eine

verschiedene sein muss. Der Heerd wird gewöhnlich aus Gusseisen gefertigt.[1]

Zum Zerkleinern der gedämpften Knochen kann man sich auch mit grossem Vortheile des Carr'schen Disintegrators[2] bedienen, welcher bei grosser Leistungsfähigkeit eine sehr feine Zerkleinerung der Knochen bewirkt. In grösseren Dimensionen ausgeführt, erfordert der Apparat 6 Pferdekraft zum Betriebe, und zerkleinert bei 350 minutlichen Umdrehungen der Arbeitstrommel täglich 600 bis 800 Centner Knochen. Der Disintegrator ist vornämlich für Düngpulverfabriken geeignet; sein Preis beträgt in den Dimensionen, welche die eben angeführte Leistung bedingen, 420 Thaler.

Bei der grossen Wichtigkeit der Knochenmehlfabrikation für die Landwirthschaft gebe ich hier, im Wesentlichen nach einem Berichte von Hellriegel,[3] einige Daten über die Berliner Dampfknochenmehlfabrik zu Martinikenfelde bei Moabit.

Die erste Operation in der Fabrik ist das sorgfältige Sortiren der Knochen von fremden Bestandtheilen, welches von Arbeitern bewirkt wird. Hierbei fällt auch der grösste Theil des Sandes, welcher in wechselnden Mengen den Knochen immer anhängt, auf den gepflasterten Boden des Magazins, und wird zusammengekehrt und entfernt. Zugleich werden bei dieser Operation die Knochen selbst in zwei Abtheilungen getrennt, in sogenannte trockene, d. h. fettarme und in fettreiche „Fettknochen."

In dieser Sorgfalt, welche hier der Reinigung des Rohmaterials gewidmet wird, liegt der erste Grund für die Güte des Knochenmehles der genannten Fabrik und zugleich die sicherste Bürgschaft für die dauernde Gleichmässigkeit desselben.

Das Fett hat keinen Düngewerth; desshalb ist die nächste Sorge, die fettreichen Knochen von dem grössten Theile dieses Stoffes zu befreien. Zu diesem Zwecke werden dieselben ein-

1) Die Zeichnung eines Knochenmahlganges mit Kollersteinen giebt Rühlmann a. a. O. Bd. II, S. 231.

2) Vom Verfasser ausführlich beschrieben in den Annalen der Landwirthschaft, Wochenblatt 1866, S. 337.

3) Annalen der Landwirthschaft, Wochenblatt, Jahrgang 1863, S. 32.

fach mit dem Beile gespalten, und in durchlöcherten Blechkästen eine Zeit lang in siedendes Wasser gehängt. Das Fett sammelt sich an der Oberfläche, wird abgeschöpft und weiter verwerthet. Der Verlust, welchen die Knochen bei dieser Operation etwa am Leime erleiden, ist verschwindend klein; einmal, weil die Einwirkung des heissen Wassers überhaupt nicht tief eingreift, sodann, weil das Kochen eines Quantums von etwa $1^1/_2$ Centner Knochen nur 1 bis $1^1/_2$ Stunden währt.

Die entfetteten Knochen werden jetzt, mit den von Hause aus fettarmen vereinigt, in schmiedeeiserne Cylinder gebracht, dort der Einwirkung von Wasserdampf unter etwa $1^1/_2$ Atmosphären Druck ausgesetzt, dann auf einer Darre getrocknet, und gelangen nun endlich in das Stampfwerk.

Aus dem Stampfwerke kommt ein Gemenge von Knochenmehl, Gries, grösseren und kleineren Knochensplittern hervor, welches durch flache Siebe und Siebcylinder nach dem Grade der Feinheit sortirt wird. Die gröbsten Stücke werden in das Stampfwerk zurückgebracht, die kleineren sowie der Gries auf zwei gewöhnliche Mahlgänge gegeben. Hier werden dieselben so lange bearbeitet, bis die Masse als feinstes Mehl die engen Maschen zweier grosser Siebcylinder passirt, aus welchen das fertige Produkt heraustritt. Verschiedene kleinere, beim Austritte aus dem Stampf- und Mühlenwerke angebrachte Siebe sondern unterdessen immer noch Nägel, Blechstücke, halbzermahlenes Holz und Lumpen ab, welche beim ersten Durchsuchen des Rohmaterials der Aufmerksamkeit entgangen waren.

Sämmtliche, zum Stampfen, Mahlen und Sieben bestimmte Apparate sind mit Holzverkleidungen umgeben; das Produkt wird von einem zum anderen in verschlossenen Holzkästen durch Blechschnecken und Elevatoren geleitet, so dass man die in das Stampfwerk eingeworfenen Knochen nicht eher wieder zu sehen bekommt, als bis sie als fertiges Mehl in die zur Versendung bestimmten Säcke abfliessen.

Als Triebkraft für das ganze Werk dient eine Dampfmaschine von 25 Pferdekraft. Die Anlagekosten der ganzen Fabrik, bei welcher sämmtliche Operationen in zweckmässig

aneinander gereihten Räumen sehr gut ineinandergreifen, repräsentiren ein Kapital von etwa 40000 Thaler.

e) Die Flachs- und Hanfbrechmaschinen.

Die Maschinen mit geriffelten Walzen haben die meiste Verbreitung gefunden; in den neueren Konstruktionen liegen dieselben um einen grösseren Tambour von etwa 0,9 Meter Durchmesser, dessen Umfang ebenfalls geriffelt ist. Mit diesen stehen 4 bis 6 kleinere Walzen in Eingriff. Die Bewegung ist keine stetig rotirende, sondern eine hin- und hergehende, so dass der zu brechende Flachs an derselben Seite wieder aus den Walzen herausgenommen wird, an welcher das Einführen in dieselben geschieht. Die in Belgien sehr beliebten Martin'schen Flachsbrechmaschinen,[1] welche unmittelbar mit der Schwingmaschine kombinirt sind, eignen sich für verschiedene Qualitäten langen und kürzeren Hanfes und Flachses, und werden in zwei verschiedenen Grössen ausgeführt. Die kleinere erfordert 2 Pferdekraft zum Betriebe, 4 Arbeiter zur Bedienung, und bearbeitet täglich ungefähr 400 Pfund geschwungenen oder 2000 Pfund rohen Flachs. Von den Büscheln, welche einzeln eingegeben werden, nimmt die Maschine in der Minute 6 bis 8 Stück auf. Der erforderliche Raum zur Aufstellung beider Maschinen, zum Brechen und Schwingen, beträgt 6 × 7 Meter, das Gewicht zusammen 2800 Pfund, der Preis der ganz aus Eisen gefertigten Maschine 533⅓ Thaler.

Die grössere Maschine erfordert 4 Pferdekraft zum Betriebe, bearbeitet 4000 Pfund rohen oder 800 bis 1000 Pfund geschwungenen Flachs täglich. Der Preis dieser Maschine, welche vollständig selbstthätig arbeitet, beträgt 900 Thaler.

Die Flachsbereitungsmaschine von F. Kaselowsky in Bielefeld ist ebenfalls derartig eingerichtet, dass das Brechen und Schwingen in einem Apparate geschieht. In den meisten

1) Oesterreichischer Bericht über die Weltausstellung zu Paris 1867, Bd. II, S. 519, Wien 1869 und der Bericht des Verfassers über die landwirthschaftlichen Maschinen daselbst, S. 145.

Fällen wird hierdurch die Anwendung einer besonderen Schwingmaschine überflüssig. Der Schwerpunkt der Leistung liegt demnach in der Brechmaschine, während er bei den sonst gebräuchlichen Systemen in der Schwingmaschine liegt.

Die Maschine bearbeitet bei 250 minutlichen Umdrehungen der Riemenscheibe stündlich 100 Pfund Stengelflachs, welcher lufttrocken, nicht gedörrt, sein muss. Das Dörren trägt zwar zur Erleichterung des Brechens wesentlich bei, ist aber nach der Ansicht von Kaselowsky der Qualität der Faser nachtheilig und desshalb zu vermeiden. Zur Bedienung der Maschine sind 2 Arbeiter erforderlich, von denen der eine das Flachsstroh auf dem Zuführtuche gleichmässig ausbreitet, der andere die bearbeiteten Faserbüschel wieder abnimmt. Letztere enthalten noch einen Antheil Schäben, welcher entweder durch wiederholte Passagen auf der Brechmaschine oder durch Schwingen zu beseitigen ist.

Die Schwingmaschine arbeitet am vortheilhaftesten mit einer Geschwindigkeit von 240 bis 280 minutlichen Umgängen, und erfordert zum Betriebe ⅓ Pferdekraft. Für 2 Arbeiter eingerichtet, liefert jeder derselben stündlich 9 bis 10 Pfund geschwungenen Flachs aus gut gebrechtem Material. Diese nicht unbedeutende Leistung wird jedoch auf die Hälfte reducirt, sobald der Flachs unvollkommen vorbereitet zum Schwingen gelangt, wie dies bei den gewöhnlichen Walzenbrechen der Fall ist. Hier muss der Flachs, um Faserverluste durch das Schwingen möglichst zu vermeiden, mit einer weiteren Stellung der Schwingöffnung zuerst vorgeschwungen und alsdann mit enger Stellung fertig geschwungen werden.

Bei 10stündiger Arbeit liefert die Kaselowsky'sche Brechmaschine aus 1000 Pfund Stengel 360 bis 400 Pfund gebrechten Flachs; die Schwingmaschine aus 360 bis 400 Pfund gebrechten Flachs ungefähr 200 Pfund geschwungenen Flachs und 50 Pfund Schwingheede.

Die Brechmaschine kostet 175 Thaler, die Schwingmaschine 125 Thaler.

f) Die Ziegelpressen.

Die grösseren, durch Dampfkraft in Betrieb gesetzten Ziegelpressen besitzen eine Leistungsfähigkeit bis 30000 Ziegel pro Tag, welche unmittelbar nach dem Pressen in Schichten von 2 bis 4 Steinen über einander aufgestellt werden können. Der Thon muss vor Winter gegraben, alsdann durch die Einwirkung des Frostes und Wassers mürbe gemacht sein. Der Feuchtigkeitsgrad, in welchem derselbe der Maschine zur Bearbeitung übergeben wird, ist ein verschiedenartiger; er hängt ab von der Beschaffenheit des Thones und der Bestandtheile, welche man etwa unter denselben mischt, von der Konstruktion der Maschine und speciell der Anordnung des Mundstückes. Will man wegen beschränktem Trockenraume sofort viele Schichten gepresster Steine über einander aufstellen, so muss der Thon etwas trockener in die Maschine eingegeben werden als gewöhnlich.

Als ein Beispiel bewährter Ziegelpressen für Dampfbetrieb sollen hier nur die Schlickeysen'schen Pressen erwähnt werden, während in Betreff anderer auf die unten angegebenen Quellen verwiesen wird.[1]

1) Die vortrefflichen Ziegelpressen der Gebr. Sachsenberg in Rosslau sind beschrieben in der Schrift:

Die Fortschritte des landwirthschaftlichen Maschinenwesens in den Jahren 1863—1865, Berlin 1865, S. 139.

Ebendaselbst und in dem „Abriss der Thonwaarenindustrie von Bruno Kerl,“ Braunschweig 1871, S. 241 ist auch die Ziegelpresse von Hertel & Co. in Nienburg dargestellt.

Die genauesten Zeichnungen der letzteren bringt das Bayerische Industrie- und Gewerbeblatt, Jahrgang 1871, S. 124.

Beide, sowie die Schlickeysen'schen Maschinen finden ferner ausführliche Erwähnung in dem Werke:

Die Ziegel- und Röhrenfabrikation von Edmund Heusinger von Waldegg, Leipzig 1867, S. 178, 182 und 190.

Einige interessante amerikanische und französische Ziegelpressen beschreibt der Bericht über die landwirthschaftlichen Maschinen und Geräthe auf der Weltausstellung zu Paris 1867, Berlin 1867, S. 148 u. f.

Einen guten Einblick in die Konstruktion der englischen Ziegelpressen erhält man durch den

Descriptive Catalogue of H. Clayton & Co's. Patent Brick, Pipe and Tile Machines, London 1867.

Der wesentlichste und originelle Theil der Schlickeysen'schen Ziegelpressen ist die Schraube, mittelst welcher der, in der Regel durch ein Walzenpaar vorgearbeitete Thon aus dem Mundstücke gepresst wird. Diese Schraube arbeitet in einem hohlen, meistens vertikal stehendem Cylinder, welcher unten durch einen horizontalen Boden geschlossen, oben dagegen etwas erweitert ist, bei den kleineren Maschinen sogar nur aus einem konischen Bottiche besteht. Koncentrisch zur Achse desselben dreht sich eine Spindel mit daran sitzenden, horizontalen Messern. Dicht über dem Boden befinden sich in dem Mantel des Cylinders eine oder mehrere Austrittsöffnungen, an welchen die Mundstücke angesetzt werden.

Derartige Messerwellen zum Schneiden und Pressen des Thones sind bereits früher in den verschiedensten Formen ausgeführt worden; an der vorliegenden Konstruktion ist namentlich Folgendes eigenthümlich:

Ein auf dem äusseren Ende des oberen horizontalen Messers angebrachter, senkrechter Schaber, welcher bei der Drehung der Welle an der inneren Wand des Cylinderaufsatzes hinstreichend, die hier anhaftende Masse von den umgebenden Wandungen lostrennt. Er bewirkt dadurch, dass diese Masse bis auf eine feste Scheibe fällt, welche unter dem obersten Messer, von der Unterkante desselben gebildet, stehen bleibt. So lange Thon aufgeworfen wird, gelangt derselbe durch die Drehung der Welle in den Bereich des obersten Messers und wird so weitergeführt.

Die einzelnen horizontalen Messer an der Welle sind annähernd Ausschnitte einer Schraube, welche, etwa $\frac{1}{3}$ Kreisfläche bedeckend, so unter einander gestellt sind, dass das untere Ende eines jeden das obere Ende des nächst darunter folgenden bedeckt. Dieses vollständige Uebereinandergreifen bewirkt, dass der unter dem Drucke eines Messers befindliche Thonkörper, bevor er diesem entgeht, durch das nächstfolgende Messer in zwei Theile getheilt wird, deren oberer über letzteres gepresst wird. Dadurch wird verhindert, dass der schon darüber stehende Thon sich durch die Reibung mit demselben herumdreht, wo-

durch die Wirkung der Schraube aufgehoben oder mindestens sehr beeinträchtigt würde. Der untere Theil der Masse gelangt demnach bereits, ehe er dem oberen Messer zu entweichen beginnt, unter den Druck des nächst darunter folgenden. Die pressende Wirkung dieser Schraube auf den ihr einmal übergebenen Thon ist also eine ununterbrochene.

Dieses beständige Zerschneiden und Zusammendrücken der Masse mit stets veränderter Geschwindigkeit der Bewegung letzterer und unter dem stetigen Drucke der Messer bewirkt durch gegenseitiges Zerreiben eine sehr feine Zertheilung sowie ein Ineinanderschieben aller ungleichartigen Theile der der Schraube übergebenen Masse.

In einer vollen archimedischen Schraube würde der Thon in einzelne, durch deren Gänge getrennte und von denselben umgebene Streifen getheilt werden, die ohne Anhalt an, von der anderen Seite der umfassenden Wandung her in Ruhe oder Bewegung befindlichen Masse, der Bewegung der Schnecke nicht würden widerstehen können. Die ganze Masse würde so durch die Reibung an dem unteren und oberen Gange mit herumgerissen, anstatt mit jener, sie an der Drehung hindernden Masse zusammen keilartig heruntergedrückt zu werden.

Bei Anwendung einzelner langer, gleich breiter Messer, wie man sie in den schon lange gebräuchlichen Thonschneidern hat, entsteht von oben an für jeden Thonkegel, sobald eben das untere Ende eines Messers darüber hinweggegangen ist, eine vollständige Unterbrechung des Druckes, welche so lange andauert, bis er unter ein neues Messer gelangt.

Unter dem Boden des Cylinders, dicht unter der Austrittsöffnung, ist ein zweiter Boden mit aufsteigendem Rande auf der Messerwelle befestigt, welcher sich mit der letzteren dreht. Hierbei reisst er die an dem hinteren, geschlossenen Theile des Cylindermantels herabgedrückte Masse mit herum nach der vorderen Oeffnung, durch deren unteren Theil diese entweichen muss, weil die hinten stets von Neuem herabkommende Masse deren weitere und beständige Herumdrehung nicht gestattet. Gleichzeitig entweicht der auf der vorderen Cylinderhälfte herab-

kommende Thon direkt durch den oberen Theil derselben Oeffnung. Indem also dieser drehbare Boden die Hälfte des herabkommenden Thones von unten durch die Oeffnung presst, wirkt er, als ob dieser Thon von unten, und zwar von einer, der oberen entgegengesetzt pressenden Schnecke käme. Auf diese Weise wird ein, in der ganzen Oeffnung gleichmässiger Druck herbeigeführt. Ohne diesen drehbaren Boden würde der aus dem Mundstücke austretende Thon mit ganz ungleichmässigem Drucke, oben schnell und unten langsam, aus der Oeffnung austreten, und somit nicht zum Formen gleichmässiger Stränge geeignet sein.

Tritt der Thon gleichzeitig aus zwei oder mehreren Mundstücken aus, so bleibt immer der drehbare Boden nothwendig, um die Masse in gleichmässiger Pressung durch die Mundstücke zu führen, wenn auch seine Wirksamkeit nicht so deutlich hervortritt wie bei Maschinen mit nur einer Austrittsöffnung.

Es ist dies das Princip der Schlickeysen'schen Schraube, welche in mehr oder minder abweichender Form bei fast allen neueren Ziegelpressen angewendet wird. Wesentliche Bedingung für die gute Wirkung und Gleichmässigkeit des aus dem Mundstücke austretenden Thonstranges ist eine vorherige starke Anfeuchtung des Thones.

Die Schraube wird vertikal oder horizontal angewendet; bei letzterer Anordnung befindet sich das Mundstück zur Seite und bei doppelten Mundstücken in schräger Richtung zur Achse. Der Abschneidetisch setzt sich unmittelbar an dem Mundstücke an.

Die Disposition einer grösseren, sehr verbreiteten Ziegelpresse ist in Fig. 74 dargestellt. Der Thon gelangt aus einem kippbaren Wagen *a*, welcher häufig auf Schienen läuft, in ein starkes Walzwerk *b*, und aus diesem mittelst eines Elevators *c* in die Schnecke *d*. Die Thonstränge treten an beiden Seiten auf die Abschneidetische *ee* aus.

Der Betrieb wird in dem vorliegenden Beispiele von der Lokomobile zunächst auf eine an der Ziegelpresse befindliche Vorgelegswelle übertragen, von welcher mittelst Kegelräder, die

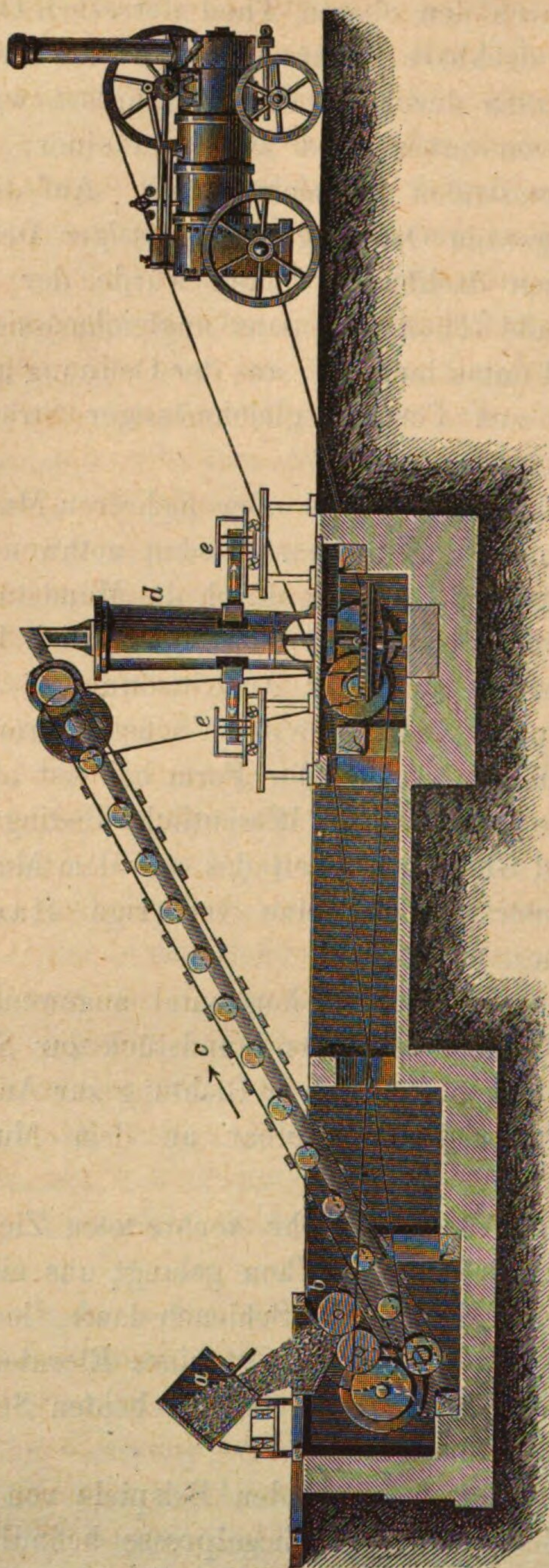


Fig. 74.

unter dem Presscylinder, jedoch gut zugänglich, angebracht sind, die Schraube in Umdrehung versetzt wird. Der Elevator und das Walzwerk werden durch Riemenbetrieb in Bewegung gesetzt, mit angemessener Verlangsamung der Geschwindigkeit.

Mit 8 Pferdekraft betrieben, liefert diese Maschine 15000 Ziegel täglich; ihr Preis beträgt mit allem Zubehöre, also Walzwerk, Elevator und der Transmission 1700 Thaler, in grösseren Dimensionen, für 10 Pferdekraft, 2000 Thaler. Die Maschine kann auch zum Pressen von Torfsteinen angewendet werden, und leistet alsdann täglich 30—40000 Stück.

Schlickeysen führt diese Pressen noch in weit grösseren Dimensionen aus; eine in Altofen bei Pesth aufgestellte Maschine hat im Wesentlichen eine ähnliche Anordnung wie

Fig. 74; die Walzen, aus Hartguss gefertigt, haben einen Durchmesser von je 63 Centimeter und 109 Centimeter Länge. Der durch das Walzwerk gegangene Thon wird mittelst des Elevators in das erste Stockwerk über die Ziegelpresse gehoben. Die Schraube ist in einem konischen Gefässe gelagert, welches oben 125, unten 70 Centimeter weit ist; sie presst aus 4 Oeffnungen zur ebenen Erde je einen Thonstrang heraus. Die schmiedeeiserne Messerwelle von 16 Centimeter Durchmesser wird mittelst Kegelräder unterirdisch betrieben. Das Rädervorgelege ist derartig eingerichtet, dass bei 60 minutlichen Umdrehungen der Dampfmaschine die Messerwelle je nach Bedarf 2 bis 6 Touren macht, die Walzen 30 bis 40.

Die Dampfmaschine hat 39 Centimeter Cylinderdurchmesser, 68 Centimeter Hub, und arbeitet gewöhnlich mit 3 Atmosphären Ueberdruck und $^3/_5$ Füllung. Die Messerwelle macht dabei gewöhnlich 3 bis 4 Touren, und liefert alsdann jeder der 4 Stränge in der Minute 9 Schnitt zu 2 Ziegel, alle 4 also 4. 9. 2 = 72 Ziegel, pro Stunde demnach 4320 Ziegel.

Verstopfungen der Maschine kommen bei regelmässigem Betriebe nicht leicht vor, da die Oeffnungen fast den ganzen Umfang des Cylinders einnehmen. Die Ziegel werden gewöhnlich 3 bis 4 Schichten über einander gestellt, obwohl kein Hinderniss obwaltet, noch steifer zu arbeiten. Der zu verarbeitende Thon ist der schwere, blaue Altofener, welcher sehr hart mittelst starker Meissel gebrochen wird, und mit seiner Erdfeuchtigkeit Tage lang im Wasser liegen kann, ohne solches anzuziehen, lufttrocken dagegen im Wasser zerfällt.

Auf der Steinbrucher Aktien-Ziegelei bei Pesth stehen ebenfalls zwei Schlickeysen'sche Ziegelpressen, deren Cylinder im unteren Theile 55 Centimeter Durchmesser haben, und mit je zwei Auspressöffnungen versehen sind. Dieselben werden gemeinschaftlich von einer liegenden Dampfmaschine mit 40 Centimeter Cylinderdurchmesser und 63 Centimeter Hub getrieben. Die Maschine arbeitet mit 50 Pfund Dampfspannung

und $^3/_{10}$ Füllung; sie macht 60 Touren in der Minute, die Messerwelle 4 Touren in derselben Zeit. Hierbei erfolgen 9 Schnitt auf jedem Abschneidetische, also gleichfalls zusammen 9. 2. 4 = 72 Ziegel, welche sofort in 5 Schichten über einander gestellt werden.[1]

g) Die Torfpressen.

Diese Maschinen werden zumeist nach demselben Systeme konstruirt wie die Ziegelpressen, nur können sie in ihren Abmessungen schwächer gehalten werden als diese, da bei ihnen weit geringere Widerstände zu überwinden sind. Häufig werden die Torfpressen benutzt, um den Torf nur zu kneten und zu mischen; alsdann wird derselbe einige Tage auf dem Felde ausgebreitet liegen gelassen, und werden schliesslich mittelst Handschlag in der gewöhnlichen Weise Torfsteine geformt. Derselbe hat in Bezug auf seinen Brennwerth entschiedene Vorzüge gegenüber dem nach alter Weise ohne Maschinen präparirten Torfe.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass ein bestimmtes Volumen rohen Torfmoores, in trockenen Presstorf verwandelt, nahezu ein doppelt so grosses Quantum Wasser verdampft, als wenn das gleiche Volumen, nur in trockenen Stichtorf verwandelt, zur Verwendung kommt, obwohl der Torf in letzterem Falle etwa doppelt so viel Raum einnimmt als in ersterem.

Torfpressen für Dampfbetrieb mit der Schlickeysen'schen Schraube werden in liegender und stehender Konstruktion angewendet; erstere sind im Allgemeinen in ihren Leistungen die zuverlässigeren.

Für 2 Pferdekraft eingerichtet und mit Oberbetrieb liefert eine Torfpresse 15 bis 18000 Stück Presssteine täglich. Der Preis der Maschine beträgt 500 Thaler.

Für 4 Pferdekraft eingerichtet und mit Transmission unter der Maschine liefert die Torfpresse 25 bis 30000 Stück Press-

1) Keramik. Jahrgang 1870. Nr. 1.

torf täglich. Preis 850 Thaler. Mit dem Elevator zum Anheben des Torfes kostet die Maschine 1100 Thaler.[1]

h) Die Drathseilbahn zum Transporte von Lasten.

Der englische Ingenieur Hodgson konstruirte vor einigen Jahren eine Drathseilbahn, welche zur Aufgabe hat, Lasten auf weite Entfernungen mittelst Dampfkraft zu transportiren. Das System ist zur Zeit bereits mehrfach ausgeführt worden, und zeigt für bestimmte, weiter unten zu präcisirende Verhältnisse derartig erhebliche Vorzüge gegenüber den älteren mechanischen Transportmethoden, dass es die Aufmerksamkeit der Techniker in lebhaftester Weise erregte, und dass man bereits an vielen Orten mit der Anlage derartiger Bahnen umgeht. Bei der grossen Wichtigkeit, welche dasselbe meines Erachtens für den Transport landwirthschaftlicher Bedürfnisse und Produkte besitzt, soll dasselbe hier erläutert werden.

Die Anordnung der Hodgson'schen Bahn besteht aus einem endlosen Seile, welches über zwei horizontale Seilscheiben gelegt ist. Letztere sind gewöhnlich nach dem Fowler'schen Klappentrommel-Systeme angeordnet. Eine dieser Scheiben wird von dem Motor, gewöhnlich einer Lokomobile von 8 bis 10 Pferdekraft, in Umdrehung versetzt, so dass das Seil dieselbe Bewegung erhält wie ein endloser Seilbetrieb; die beiden Seiten machen eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung. In Entfernungen von etwa 90 Meter werden die beiden Seilenden durch Tragrollen unterstützt, welche auf hölzernen oder eisernen, meistens nach Art eines Sprengewerkes konstruirten Ständern ruhen. Das Seil besitzt demnach zwischen je zwei solcher Rollen eine Durchhängung.

1) Nachfolgende Notiz bietet eine Gelegenheit zur Vergleichung des Brennwerthes von Presstorf und Holz:

Nach Ritthausen's Untersuchung enthalten 1000 Stück Torfpressziegel 3,410000 Wärmeeinheiten. Ein Klafter (3,338 Cubikmeter) Kiefernkloben besitzt 6,720000 Wärmeeinheiten. Mithin kommt die Heizkraft von 2000 Torfpressziegel derjenigen von 1 Klafter Kieferkloben etwa gleich. 4000 solcher Ziegel nehmen den Raum von 3,3 Kubikmeter = 1 Klafter Holz ein.

Die zu transportirende Last, Rüben, Kartoffeln für die Zuckerfabrik und Brennerei, Getreide, Torf, Thon, Kohle, Dünger oder beliebiges anderes Material, wird in Kisten eingefüllt, welche einen Fassungsraum von 50 bis 75 Kilogramm besitzen. An den Kisten befindet sich oben eine gebogene Stange, welche um das laufende Seil und die Tragrollen herumreicht, und an deren Ende ein hölzerner, unten schräg ausgeschnittener Klotz, welcher auf dem Seile ruht. An den Enden des Klotzes sind in einer Achse zwei kleine Laufrollen angebracht, um den Wagen zu transportiren, wenn er von dem Seile abgegeben wird. Die Schwierigkeit, die Kisten über die von den Tragrollen unterstützten Stellen des Seiles hinwegzuführen, ist durch die herumgreifende Stange geschickt überwunden. Der auf dem Seile ruhende Klotz greift über die Tragrolle hinweg; die Last wird durch ihr Beharrungsvermögen so weit fortgeführt, dass sie wiederum mit dem Seile in Berührung gelangt.

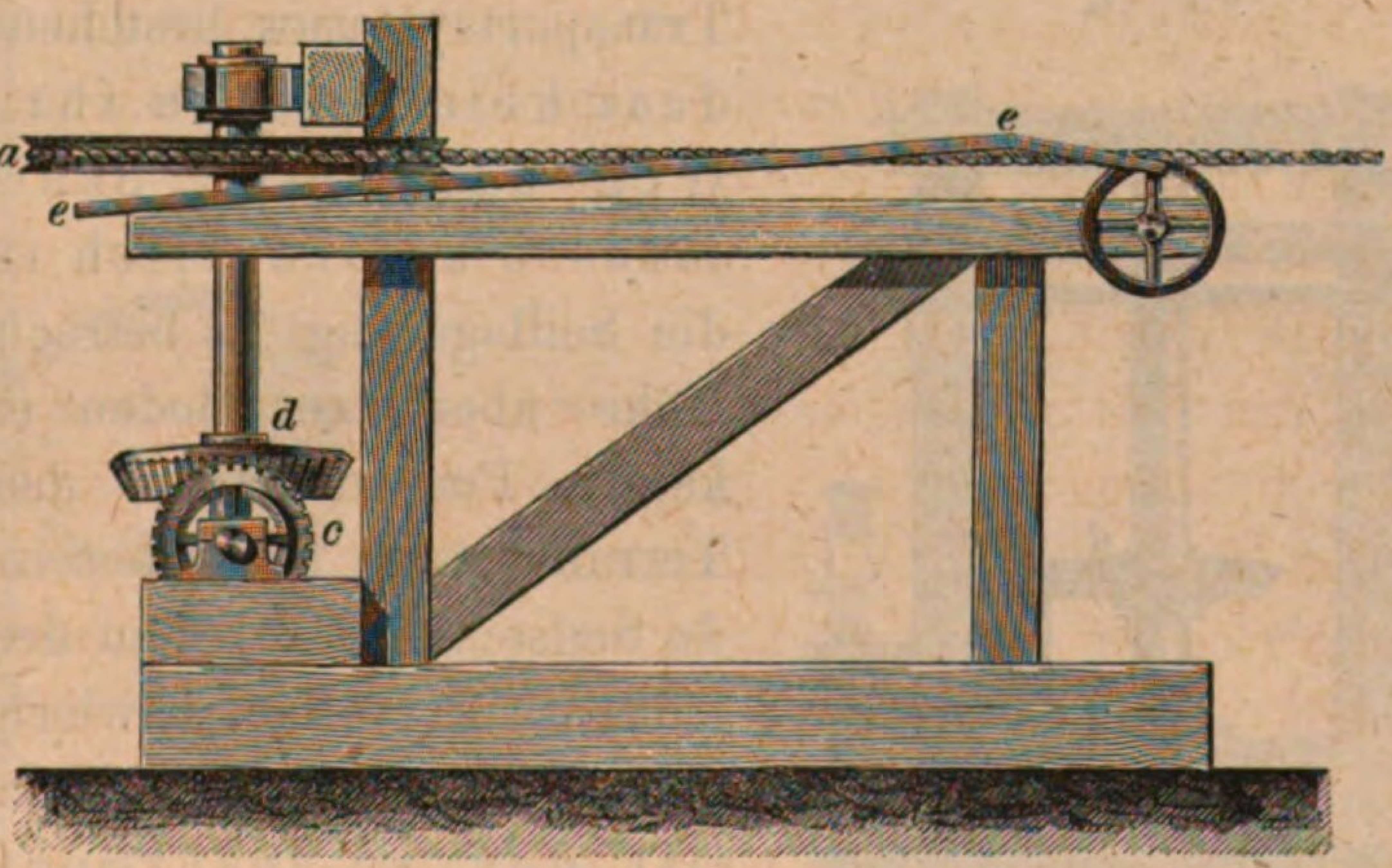
Da das Seil an beiden Seiten eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung macht, so werden auf dem einen Theile die beladenen Kästen zur Ausladestelle geführt, auf dem anderen die entleerten Kästen zum Beladungsorte zurückgebracht. Die Seilscheiben ruhen mit ihren Achsen in starken hölzernen Gestellen. Eine derselben ist derartig angeordnet, dass sie zum Zwecke des Spannens in ihrem Gestell verschoben werden kann. Die Vorrichtung zum Abnehmen der Kästen besteht aus halbkreisförmigen, um die Seilscheiben herum gebogenen Schienen. Auf diesen laufen die an den Kästen angebrachten, bereits erwähnten Räder. In der Vertikalprojektion sind die Schienen derartig gebogen, dass die Räder von selbst auf dieselben auflaufen, alsdann auf die gebogene, schwach geneigte Fläche gelangen, welche in der Mittelachse der Scheibe ihren tiefsten Punkt hat. Hier findet demnach das Auffüllen und Entleeren der Kästen statt, welche zu diesem Zwecke in Schildzapfen hängen, und leicht umgekippt werden können.

Die Dampfmaschine steht möglichst nahe der treibenden Seilscheibe; sie setzt diese in der Regel mittelst eines Riemen-

vorgeleges in Bewegung, welches auf eine horizontale, in dem Seilscheibengestell gelagerte Welle auftreibt. Letztere überträgt die Bewegung mittelst Kegelräder auf die Spindel der Seilscheibe.

In den nachfolgenden Holzschnitten Fig. 75 bis 79 sind die wesentlichsten einzelnen Theile der Hodgson'schen Drathseilbahn dargestellt.[1] Fig. 75 und 76 zeigen eine Endstation mit der horizontalen Seilscheibe *a*, ihrem Gestell und der Betriebseinrichtung, letztere bestehend aus der Riemenscheibe *b*, an welcher der von der Dampfmaschine ausgehende Riemen

Fig. 75.



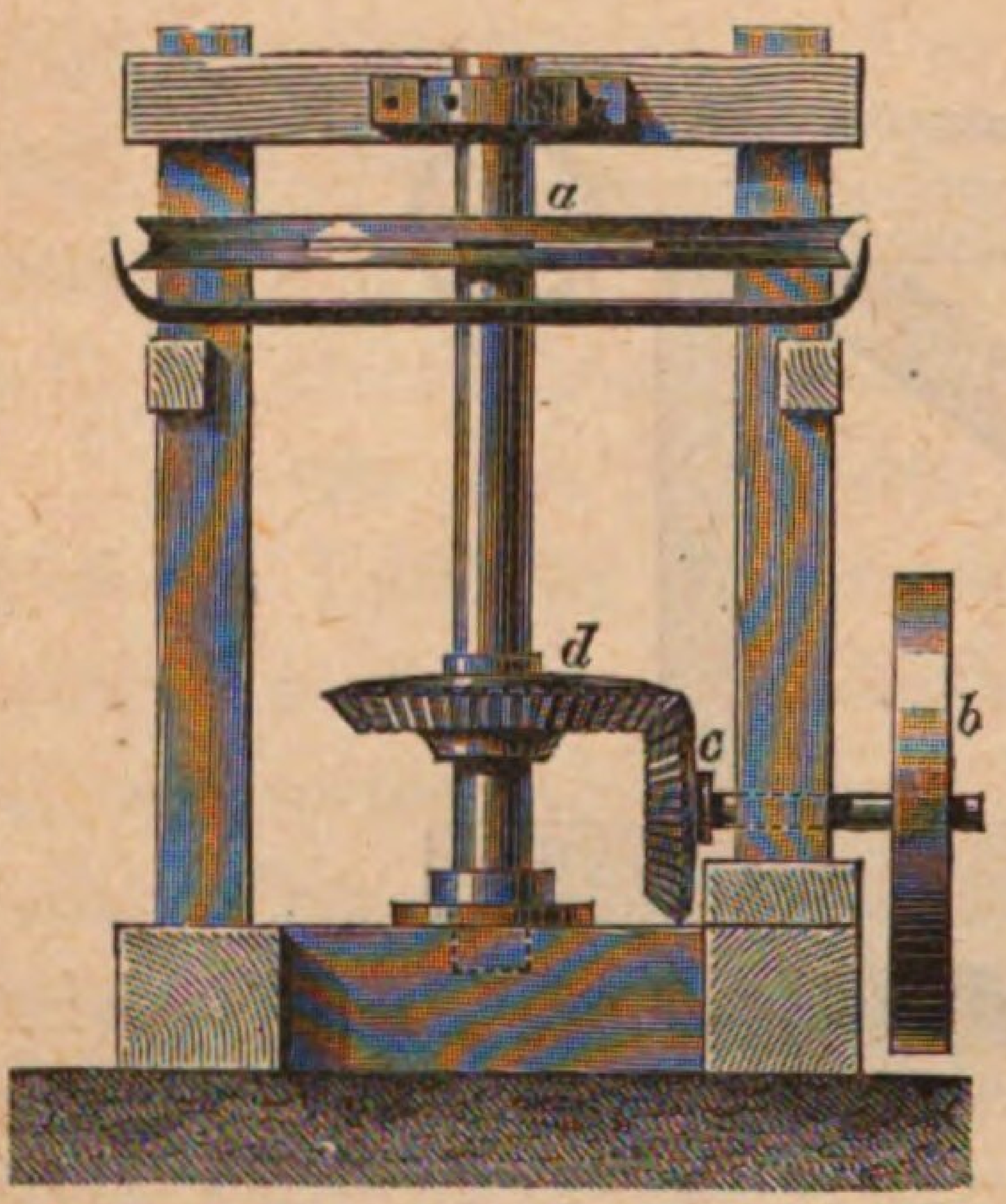
angreift, und den Kegelrädern *c* und *d*. Auch die eigenthümliche Krümmung der Schiene *e*, welche die von dem Seile ablaufenden Kästen aufnimmt, ist aus der Skizze zu ersehen. Fig. 77 zeigt die Seitenansicht eines Theiles der Bahn zwischen zwei Tragrollen, Fig. 78 den Querdurchschnitt der Bahn. *ff* sind die Führungsrollen für das Seil, *g* die erwähnten Klötze, welche auf dem Seile aufliegen, *h* die gebogenen Tragstangen, welche die Klötze mit den Kästen *i* verbinden. Die Räder *kk* dienen, wie bereits hervorgehoben, dazu, die Kästen

1) Es ist mir leider nicht gelungen, detaillirtere Zeichnungen des Systemes zu erhalten.

zu führen, wenn sie von dem Seile auf die Endschienen übergehen.

Die Leitung braucht keineswegs geradeaus zu gehen. Krümmungen, selbst in sehr starken Bogen, sind vollständig zulässig, und bieten keinerlei Hindernisse dar. An den Biegungsstellen werden geeignete Führungsrollen angebracht, über welche die Kästen ebenso leicht wie über die Tragrollen des Seiles hinweglaufen. Eine derartige Biegungsstelle zeigt Fig. 79 im Grundrisse und der Seitenansicht. Man ersieht aus der Disposition der Leitrollen, dass das Seil ohne Schwierigkeiten in einem rechten Winkel geführt werden kann.

Fig 76.



Die grossen Vorzüge dieses Transportsystemes bestehen darin, dass kein Terrain für einen Weg oder eine Schienenstrasse erforderlich ist, da die Seillagerung in beträchtlicher Höhe über dem Boden erfolgen kann. Ferner darin, dass das Terrain stark koupirt sein kann, da Seilsteigungen bis zu dem Verhältnisse 1 : 8 ohne Schwierigkeiten überwunden werden, dass man mit den zu transportirenden Gegenständen Flüsse, Bäche u. s. w. ohne jede weitere Anordnung als die Seilträger an den Ufern passiren kann. Diese Vortheile sind von so weittragender Bedeutung, dass es in der That angezeigt ist, dem Hodgson'schen Transportsysteme die ernsteste Aufmerksamkeit zuzuwenden. Es kommt hierzu noch, dass man im Stande ist, eine in der Wirthschaft zu anderen Zwecken bereits vorhandene Lokomobile vortheilhaft zum Transporte von Lasten auszunutzen.

Man ist übrigens auch im Stande, diese Transportmethode gleichzeitig als Transmission der Betriebskraft zu benutzen, in gleicher Weise wie eine gewöhnliche

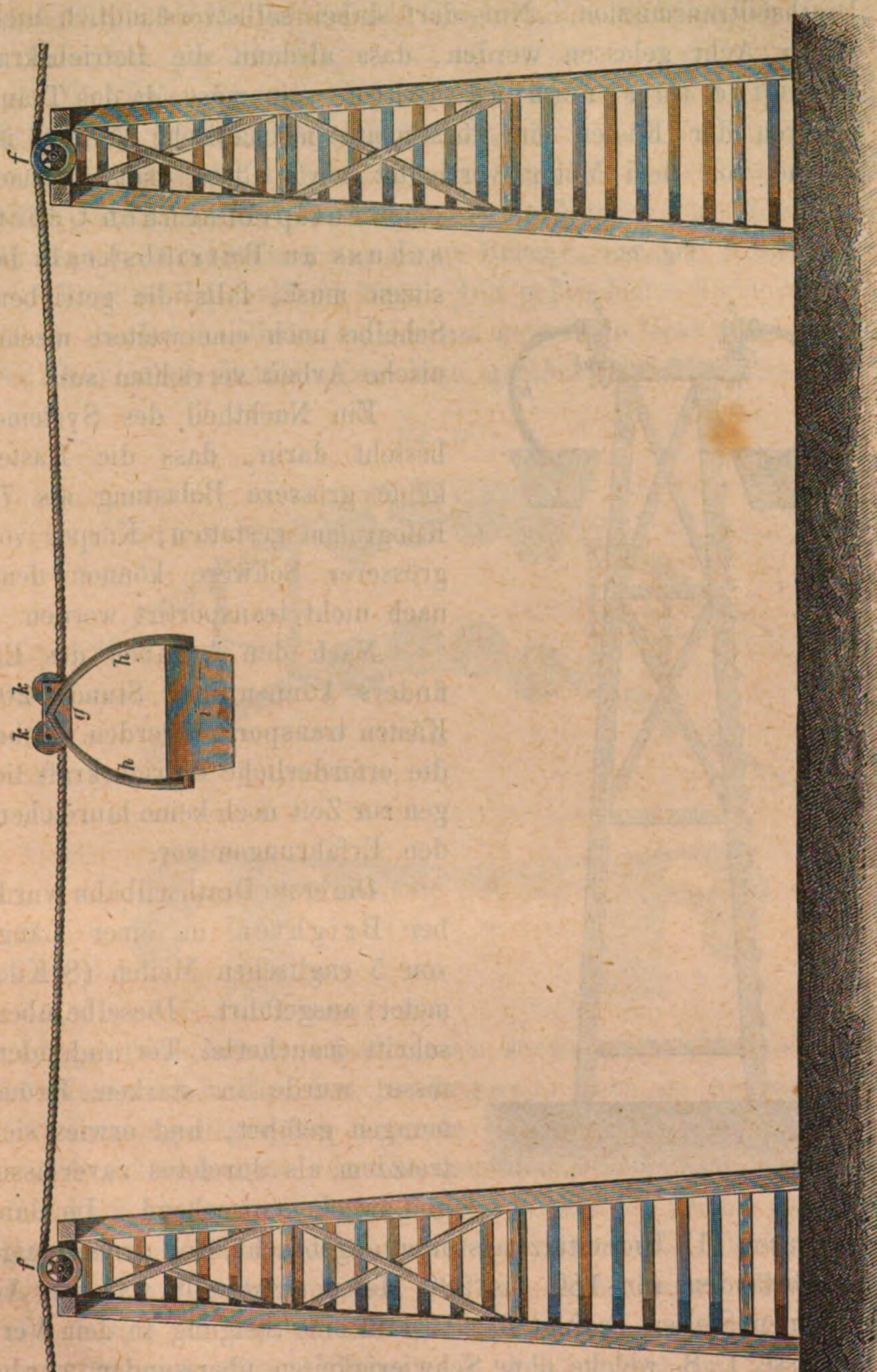
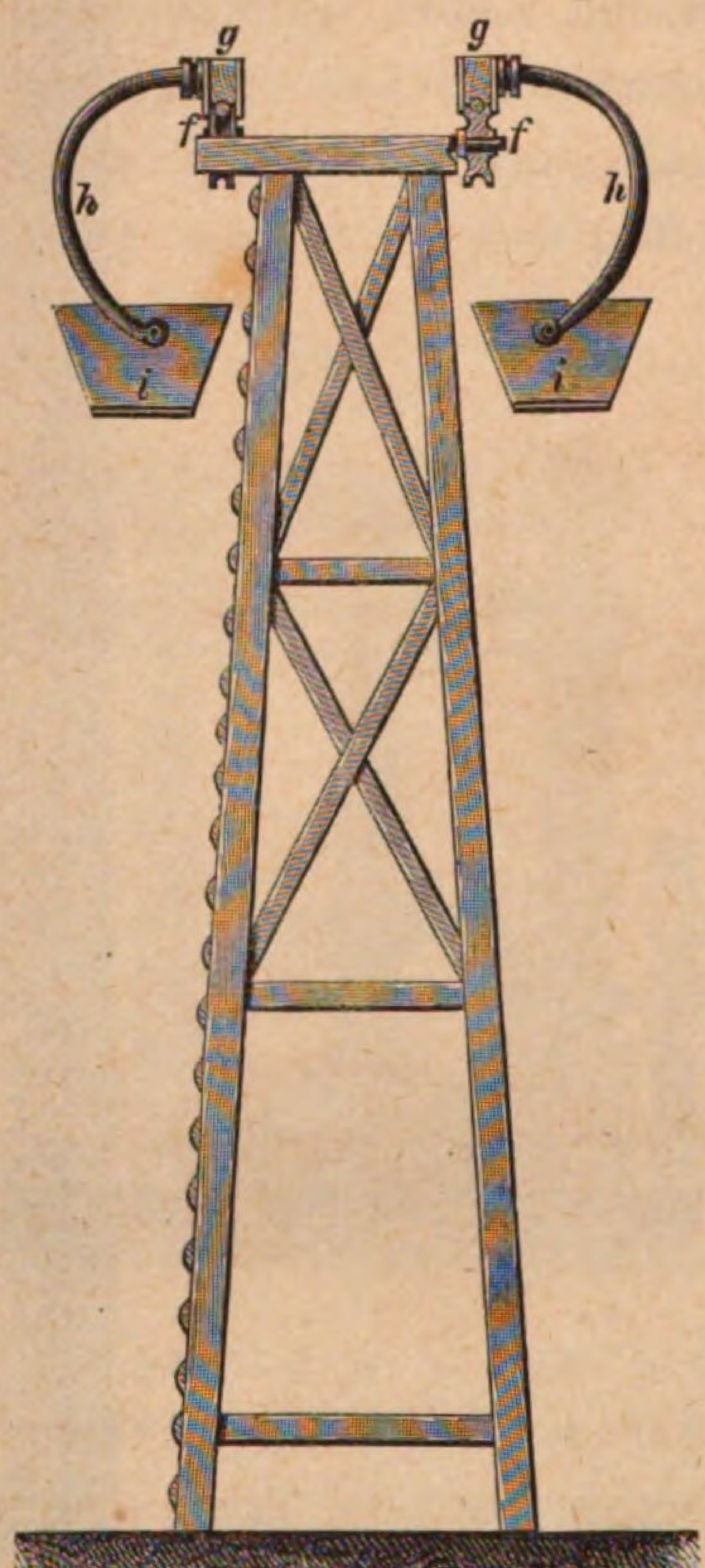


Fig. 77.

Drathseiltransmission. Nur darf dabei selbstverständlich nicht ausser Acht gelassen werden, dass alsdann die Betriebskraft auch eine entsprechend höhere sein muss, da das Transportiren der Kästen eine bestimmte mechanische Arbeit ist, welche von dem Motor verrichtet wird, dass man demnach einen entsprechenden Ueberschuss an Betriebskraft besitzen muss, falls die getriebene Scheibe noch eine weitere mechanische Arbeit verrichten soll.

Fig. 78.



Ein Nachtheil des Systemes besteht darin, dass die Kästen keine grössere Belastung als 75 Kilogramm gestatten; Körper von grösserer Schwere können demnach nicht transportirt werden.

Nach den Angaben des Erfinders können pro Stunde 200 Kästen transportirt werden. Ueber die erforderliche Betriebskraft liegen zur Zeit noch keine hinreichenden Erfahrungen vor.

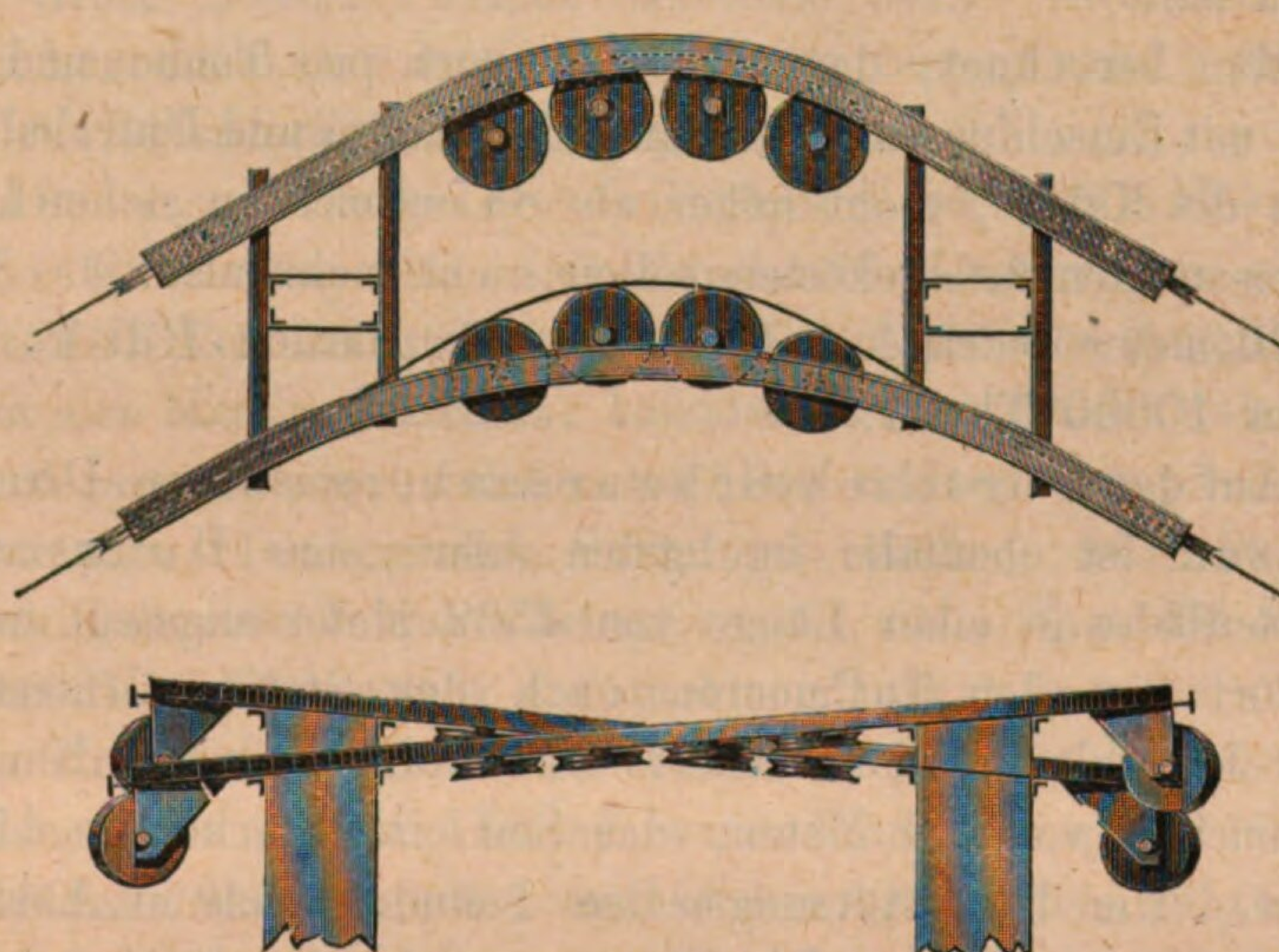
Die erste Drathseilbahn wurde bei Brighton in einer Länge von 5 englischen Meilen (8 Kilometer) ausgeführt. Dieselbe überschritt mancherlei Terrainhindernisse, wurde in starken Krümmungen geführt, und erwies sich trotzdem als durchaus zuverlässig und zweckentsprechend. Im Ganzen waren 112 Unterstützungsrollen angebracht, von denen einige in Abständen von 180 bis 280 Meter aufgestellt waren. An einzelnen Stellen bedingt das Terrain eine Steigung in dem Verhältnisse 1 : 8, welche ohne Schwierigkeiten überwunden wurde. Das Seil war aus Eisendrath gefertigt, und hatte einen Durch-

messer von 15 Millimeter; die Geschwindigkeit desselben betrug 8 Kilometer pro Stunde.

Die Bahn förderte 4800 Centner pro Tag in 10 Stunden, d. h. 2400 Centner in jeder Richtung.

Eine zweite Drathseilbahn ist in Bardon-Hill in der Nähe von Leicester seit einiger Zeit in Betrieb; sie dient zum Transporte von Steinen aus einem Bruche, welcher 5 Kilometer von Bardon-Hill entfernt liegt. Die gebrochenen Steine werden durch die Drathseilbahn zu der am genannten Orte aufgestellten Archer'schen Steinklopfmaschine geführt, um hier zerkleinert

Fig. 79.



und per Eisenbahn verfrachtet zu werden. Die Disposition ist im Wesentlichen die oben beschriebene; über die Abmessungen und Leistung liegen mir folgende Notizen vor:

Der Durchmesser der horizontalen Seilscheiben beträgt in der Auskehlung 1,2 Meter (ist entschieden zu gering gewählt). Das Kabel besitzt eine Gesammtlänge von 10200 Meter. Der Abstand beider Seilscheiben beträgt 5100 Meter. Dieselben sind 8 und 12 Meter hoch über dem Boden aufgestellt. Die Unterstützungsrollen befinden sich in Abständen von 50 bis 60 Meter.

Zu gleicher Zeit hängen 180 Kästen an dem Seile, und zwar in einem Abstande von etwa 60 Meter. Die eine Hälfte ist gefüllt, die andere geht leer in den Steinbruch zurück. Ein jeder Kasten gebraucht 1 Stunde 13 Minuten zur Hin- und Herreise, und legt dabei im Ganzen den Weg von 10200 Meter zurück.

Das Nettogewicht des Kastens beträgt 22 Kilogramm, die Nutzlast an Steinen 44 Kilogramm. Die 90 gefüllten Kästen legen den Weg von 5 Kilometer in 36 Minuten zurück. In 10 Stunden werden 39000 Kilogramm Steine oder 66 Tonnen transportirt, wozu eine Lokomobile von 6 Pferdekraft erforderlich ist.

Man berechnet, dass der Transport pro Tonne und Kilometer mit Einschluss aller Kosten, der Zinsen und Unterhaltungskosten des Kabels, nicht höher als 8 Centimes zu stehen kommt. Die gesammten Anlagekosten sollen nicht mehr als 2000 Thaler pro Kilometer betragen. Die Anlage in Bardon-Hill kostet im Ganzen 10000 Thaler.

Auf der Fürstlich Schwarzenbergischen Domaine Gratzen ist ebenfalls im letzten Jahre eine Hodgson'sche Drathseilbahn in einer Länge von 4369 Meter angelegt worden, um Torf von den Torfmooren nach der Station Gratzen der Franz-Josephbahn zu befördern. Die Seilscheiben haben einen Durchmesser von 1,9 Meter, das Seil eine Stärke von 15 Millimeter. Die Unterstützungsrollen befinden sich in Abständen von 56 bis 78 Meter. Die Kästen, welche den Presstorf transportiren, fassen je 1 Centner, die Leistung beträgt in 10 Stunden 2000 Centner. Steigungen sind in dem Verhältnisse 1 : 15 vorhanden; dieselben werden ohne Schwierigkeiten überwunden. Die Geschwindigkeit des Seiles beträgt 1,8 bis 2,5 Meter pro Sekunde. Die Anlagekosten betragen pro Meile 26000 Thaler (also bedeutend mehr als die Anlage in Bardon-Hill), die Kosten des Transportes einschliesslich der Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitales 1 Sgr. pro Centner und Meile.

Auf der von Horsky'schen Domaine in Kolin ist ebenfalls eine Hodgson'sche Drathseilbahn in Betrieb, welche den

Transport von Rüben in die Zuckerfabrik bewirkt.[1] Genauere Daten über diese Anlage liegen mir nicht vor.

Es sollen hier noch einige specielle Daten über eine Seilförderung der Mansfelder Gewerkschaft, in der unmittelbaren Nähe von Eisleben, gegeben werden, welche zum Transporte von Kupferschiefer aus dem Martinsschachte nach der Krughütte dient. Die Anlage ist von Hodgson in England ausgeführt und von dem Fabrikanten selbst in Betrieb gesetzt worden. Sie stimmt fast vollständig mit der obigen Darstellung überein, und weicht nur in der Spannvorrichtung für das Seil von derselben ab. Letztere besteht aus einer Seilführung über eine dritte Rolle, welche mittelst einer verhältnissmässig schwachen Schraube in einem Supporte bewegt wird, und dem Seile die erforderliche Spannung verleiht.

Die ganze Länge des Seilbetriebes ist 1880 Meter, auf welche Entfernung das Seil durch 26 Lagerungen getragen wird. Das Terrain ist koupirt; in der Nähe des Aufgabeortes, unweit des Martinsschachtes, befindet sich eine nicht unbeträchtliche Wasserscheide, welche von dem Seilbetriebe passirt werden musste. Die grössten Steigungen sind 1 : 15. Das mannigfach koupirte Terrain bringt es mit sich, dass die Ständer, welche die Seilführungen aufzunehmen haben, in sehr verschiedenen Höhen und Abständen von einander angeordnet werden mussten. Der grösste Abstand zweier Ständer beträgt 113 Meter, der höchste Ständer misst vom Boden bis zu den Führungsrollen 15,7 Meter.

Auf dem Seile befinden sich im Hin- und Hergange stets 72 Kübel; das Gewicht eines Kübels beträgt 60 Pfund, das des Inhaltes 120 Pfund. Die Gesammtleistung beträgt 1500 Centner pro Tag in 9½ Arbeitsstunden. Die vom Erfinder garantirte Leistung ist 2400 Centner, welche nach Ansicht der Bergwerksbeamten auch erreicht werden kann, sobald entsprechende Einrichtungen für eine bequemere Aufgabe des Materials getroffen

1) Hier würde sich die Anlage jedenfalls am vollkommensten ausnutzen lassen, wenn die in der Fabrik entleerten Kästen unmittelbar zum Transporte der Rückstände benutzt werden könnten.

sind, womit man zur Zeit beschäftigt ist. Beim vollen Betriebe würden 90 Kübel in Anwendung zu bringen sein.

Als Motor dient eine transportable Dampfmaschine, gebaut von Marshall, Sons & Co. in Gainsborough (England) von angeblich 10 Pferdekraft. Der Durchmesser des Cylinders beträgt 27 Centimeter, die Dampfspannung 3½ Atmosphären. Der stehende Kessel ist mit einigen Querröhren durchzogen, nach dem Systeme von Lachapelle & Glover in Paris. Die Stärke der Maschine reicht vollkommen hin, um das Seil beim Vollbetriebe in Bewegung zu setzen.

Wie bereits erwähnt, arbeitet die Seilförderung zur vollen Zufriedenheit; einige Details der Anlage bedürfen freilich noch der Vervollkommnung, wie dies bei neuen Konstruktionen nicht anders zu erwarten ist. Dahin gehört namentlich die Holzfütterung der Kübelhalter, welche sich nach zweimonatlichem Betriebe stark abgenutzt hatte. Es scheint jedoch, als wenn eine Verbesserung dieser Theile keine nennenswerthen Schwierigkeiten darbieten sollte.

Das Aufgeben der gefüllten Kübel und Entleeren der am Bestimmungsorte angelangten geht viel leichter vor sich, als ich mir vorstellte; die Arbeiten griffen präcise in einander, so dass der Betrieb ein durchaus stetiger war. Ich sah die Förderung in Thätigkeit, als das Seil mit einer dünnen Eisschicht bedeckt war — durch den Thauniederschlag bei einer Temperatur von 2 Grad Kälte. Hierdurch wurde die Arbeit auf kurze Zeit gestört, namentlich an den Stellen, an welchen ein bedeutender Fall war. Es lag dies aber vornämlich an den bereits abgenutzten Holzfütterungen der Kübelhalter, welche zum Theil in's Gleiten kamen. Nachdem das Eis abgethaut war, kam der Betrieb in volle Thätigkeit. Ein bald darauf folgender heftiger Schneefall hinderte die Förderung in keiner Weise.

Die Besichtigung des höchst interessanten Werkes hat meine früher bereits ausgesprochene Ansicht über den ausserordentlichen Werth desselben, vor Allem für die Landwirthschaft, zur positiven Ueberzeugung gemacht. Für die landwirthschaftlichen Nebengewerbe, zur Torfgewinnung und Her-

beischaffung des Materials für die Ziegelfabrikation giebt es sicherlich kein vortrefflicheres Hilfsmittel als den Hodgson'schen Drathseilbetrieb. Man erspart Zeit, Arbeiter und Spannvieh, hat nicht nöthig, Wege und Brücken anzulegen und zu unterhalten; kurz man erhält ein weiteres, vortreffliches Mittel zum industriellen Betriebe der Landwirthschaft.

Ich lasse hier noch die Angaben des Erfinders über die Preise der Drathseilbahnen folgen:

Eine Anlage von 5 englischen Meilen Länge, um 2000 Ctr. pro Tag in 1 Ctr. fassenden Kästen zu transportiren, kostet mit Gerüsten, Rollen, Seil und der Dampfmaschine	1500 £ — *sh.* — *d*
Die Endstationen	150 „ — „ — „
Montage, 15 Procent der Kosten	247 „ 10 „ — „
	1897 £ 10 *sh.* — *d.*

Die Kosten pro englische Meile betragen also 379 £ 10 *sh.* Dagegen kostet:

1 einzelne englische Meile für die gleiche Leistung mit dem nöthigen Zubehör	300 £ — *sh.* — *d.*
Die Endstationen	150 „ — „ — „
Montage, 15 Procent der Kosten	67 „ — „ — „
	517 £ — *sh.* — *d.*

Man ersieht aus dieser Aufstellung, dass die Kosten pro Meile um so niedriger ausfallen, je länger die Bahn ist.

Die durchschnittlichen Betriebskosten ergaben sich bei 10 englischen Meilen Länge folgendermassen:

Bei einer Förderung von 50 Tonnen pro Tag, $2\frac{1}{4}$ *d.* pro Tonne und englische Meile;

Bei einer Förderung von 100 Tonnen pro Tag, $1\frac{3}{4}$ *d.* pro Tonne und englische Meile;

Bei einer Förderung von 200 Tonnen pro Tag, $1\frac{1}{2}$ *d.* pro Tonne und englische Meile;

Bei grösseren Quantitäten pro Tag 1 *d.* pro Tonne und englische Meile.

Hierbei ist das beträchtliche Brenn- und Schmiermaterial, die Abnutzung der Maschine und des Seiles mit eingerechnet.

Man kann fast mit Sicherheit annehmen, dass das Hodgson'sche Transportsystem für den intensiven Landwirthschaftsbetrieb

und namentlich für die landwirthschaftlichen Nebengewerbe in Zukunft eine hohe Bedeutung erhalten wird. Bereits jetzt ist seine Ausbildung so weit vorgeschritten, dass in technischer Beziehung keine Zweifel über seine Brauchbarkeit aufkommen können. Auch um die in der Landwirthschaft noch zu anderen Zwecken benutzte Dampfkraft vortheilhaft auszunutzen, wird die Drathseilförderung immer ein vortreffliches Mittel gewähren.

In der Note[1] sind noch einige Literaturquellen angeführt, welche Mittheilungen über das Hodgson'sche System enthalten.

i) Die Apparate zum Kochen von Viehfutter mittelst Dampf.

Der Werth des gekochten Futters beruht darin, dass den Thieren eine warme und leicht verdauliche Nahrung zugeführt wird. Die Nahrungsmittel müssen im Magen auf die Temperatur des Körpers gebracht werden, was nur durch eine, oft sehr beträchtliche Wärmeentziehung erfolgen kann, wenn die Differenz zwischen der Körperwärme und derjenigen des Futters eine bedeutende ist. Die Verdauung des warmen Futters geht viel schneller und günstiger von Statten, wenn diese Differenz eine möglichst kleine ist.

Dass ferner gekochtes Futter leichter verdaulich ist als ungekochtes, rührt daher, dass durch das Kochen die Zellensubstanzen, welche die eigentlichen Nährstoffe des Futters einschliessen, erweicht und gelockert werden. Die Auflösung der

1) Wire Tramways. (Hodgson's Patents). Description of Hodgson's System of Wire-rope transport, with illustrations.

The Engineer. 19. Februar 1869.

The Mechanic's Magazine. 19. Februar 1869.

The Mining Journal. 20. Februar 1869.

Ebendaselbst. 16. April 1870.

The Engineer. 22. April 1870.

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Jahrgang 1870, S. 720.

Der praktische Maschinenkonstrukteur, Jahrgang 1870, Nr. 24.

Deutsche Industriezeitung, Jahrgang 1869, S. 172, 258 und 396, Jahrgang 1870, S. 88, Jahrgang 1871, S. 107.

Nährstoffe im Magen geht demnach bei erwärmtem Futter schneller vor sich, und die assimilirbaren Bestandtheile der Nahrung werden vollständiger verwerthet.

Am bequemsten findet das Kochen des Futters mit Dampf statt, wenn in der Wirthschaft bereits zu anderen Zwecken ein Dampfkessel vorhanden ist, welcher eine hinlängliche Grösse besitzt, um den Dampf für den Kochapparat zu liefern. Alsdann geschieht das Kochen in einem hölzernen oder eisernen Bottich, welcher in einiger Entfernung am Boden mit einem Roste versehen ist, auf welchem die Früchte, Rüben oder Kartoffeln, lagern. Der Bottich wird oben durch einen Deckel mit Bügel dampfdicht geschlossen, und ist derartig eingerichtet, dass er leicht entleert werden kann, zumeist in gleicher Weise wie dies bei den Kartoffeldampffässern der Brennereien geschieht. Der Dampf strömt in der Mitte ein, während das kondensirte Wasser sich unter dem Roste sammelt. Die Grösse des Bottichs muss pro Hektoliter Kartoffeln oder Rüben 0,15 bis 0,17 Cubikmeter betragen. Man ist auch im Stande, den abgehenden Maschinendampf zum Kochen des Futters zu benutzen, wodurch die Kosten der Dampferzeugung gänzlich in Wegfall kommen.

Steht kein grösserer Dampfkessel zur Verfügung, so muss ein eigener Kessel für die Futterdämpfer aufgestellt werden. Der in Fig. 80 dargestellte Futterkochapparat von H. F. Eckert in Berlin ist einer der vorzüglichsten dieser Apparate. Der Kessel *b* besteht aus Gusseisen, und ist oben mit einem Rohre *p* versehen, welches sich zu dem Speisetrichter *o* fortsetzt. Letzterer wird stets mit Wasser gefüllt erhalten; das Oeffnen des in dem Rohre *p* angebrachten Hahnes bewirkt ein Eintreten des Wassers in den Kessel, da der Druck in letzterem stets so niedrig gehalten wird, dass die Wassersäule von *o* denselben überwindet. Zur Erkennung des Wasserstandes dient ein Schwimmer *h*, dessen Stange sich bei *o* zu einer Kette fortsetzt. Dieselbe geht über eine Rolle, und ist am anderen Ende mit dem Gegengewichte *l* versehen. *i* ist das Sicherheitsventil, dessen Belastung durch eine kleine Kugel *k* erfolgt.

Die Feuerung besteht aus dem Roste a^1, dem Aschenfalle b^1 und dem schraubenförmig aufsteigenden Zuge *a*; die abziehenden Verbrennungsgase gehen von diesem in den Schornstein. Der Dampf gelangt aus dem Kessel in das Rohr *c* und

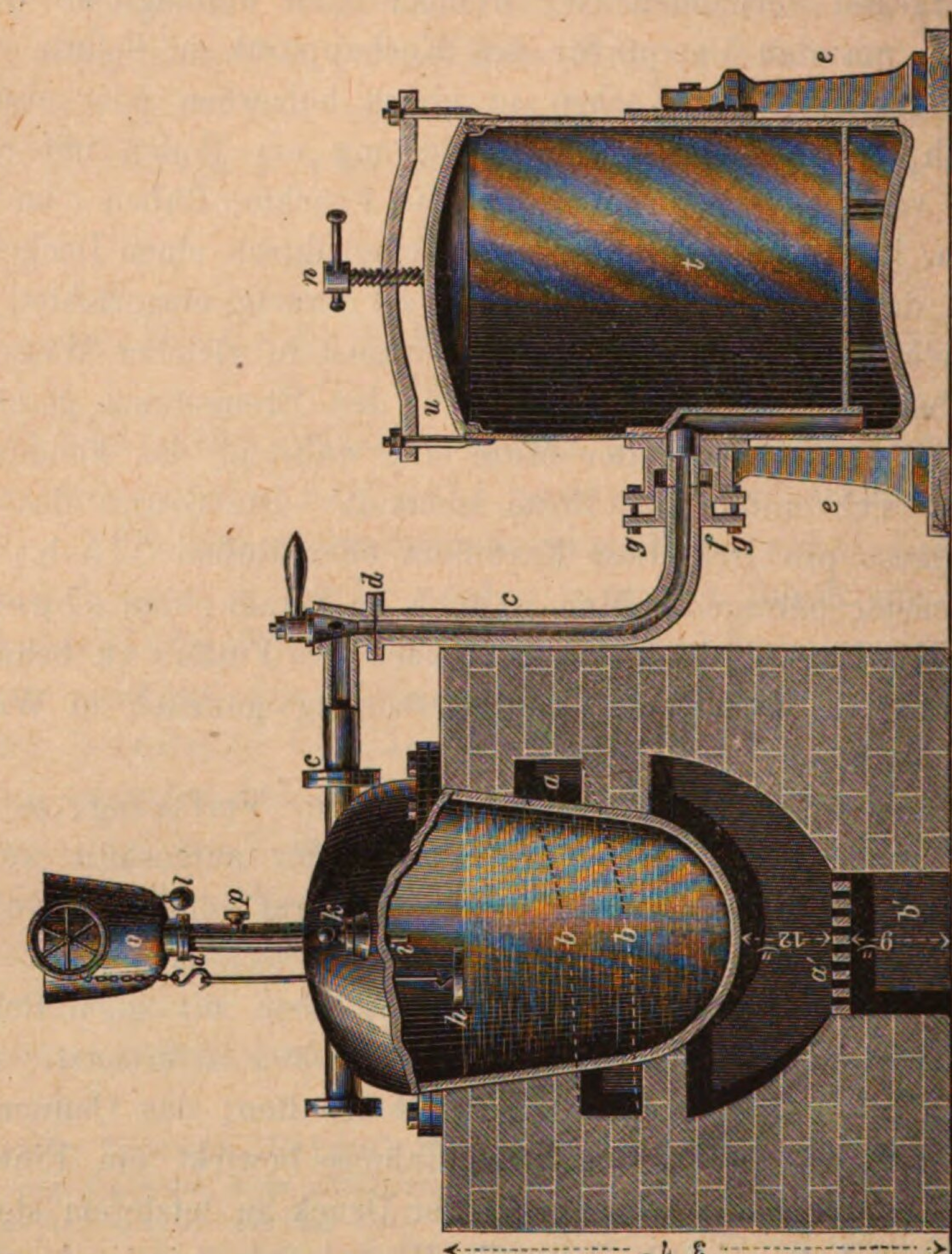


Fig. 80.

durch den Hahn *d* in den eigentlichen Futterdämpfer *t*. Derselbe ist cylindrisch, ganz aus Schmiedeeisen gefertigt und in der Mitte in zwei Schildzapfen aufgehängt, welche von den beiden gusseisernen Lagerböcken *e e* getragen werden. Der dem

Dampfentwickler zugewendete Zapfen *f* ist hohl, und nimmt das Rohr *c* auf, wobei durch die Stopfbuchse *g* ein dichter Verschluss erzielt wird. Oben wird der Dämpfer durch einen Deckel mittelst des Bügels *u* dicht geschlossen. Im Innern des Fasses ist an der Stelle der Dampfeinströmung eine Schutzplatte angenietet, welche eine Beschädigung des zu kochenden Futters durch den heftig ausströmenden Dampf verhütet. Einige Centimeter über dem Boden befindet sich eine siebartig durchlochte Platte, welche zum Auflager der Beschickung dient, und das kondensirte Wasser auf den Boden des Gefässes fliessen lässt.

Sobald die Operation des Kochens beendigt ist, wird die Dampfzuströmung durch den Hahn *d* abgesperrt, nach einiger Zeit der Deckel gelöst, und das Gefäss derartig in seinen Zapfen gedreht, dass die Kartoffeln herausfallen.

In der Regel ist auf beiden Seiten des Dampfentwicklers ein Kochgefäss aufgestellt; die bezügliche Dampfleitung für das zweite Gefäss ist aus der Zeichnung ersichtlich. Hierdurch ist man im Stande, das Kochen kontinuirlich zu bewirken, so dass der eine Dämpfer in Betrieb ist, während der andere entleert und wiederum gefüllt wird.

Bei lebhaftem Feuern dauert das Garkochen von 2 Hektoliter Kartoffeln $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden; zur Speisung sind dabei 17 Liter Wasser erforderlich. Der Preis des Apparates beträgt mit einem Kochfasse 85 Thaler, mit 2 Kochfässern 120 Thaler.

Die englischen Futterkochapparate sind zumeist mit einem Dampferzeuger versehen, welcher etwas abweichend von dem eben beschriebenen eingerichtet ist. Derselbe ist mit seiner Feuerung und dem Schornsteine transportabel angeordnet, in ähnlicher Weise wie der Kessel einer transportablen Dampfmaschine. Neben dem Kessel befindet sich zumeist eine Druckpumpe für Handbetrieb, um den Kessel speisen zu können. Die Sicherung gegen zu starken Dampfdruck geschieht alsdann lediglich durch das Sicherheitsventil. Das Speiserohr in angemessener Erhöhung auf dem Kessel ist jedoch weit empfehlenswerther, da, wenn der Dampf eine höhere Spannung erreicht als der Wasserdrucksäule entspricht, derselbe aus diesem Speiserohre nach Ueber-

windung des Wasserdruckes entweichen kann. Dieser Umstand ist von grosser Wichtigkeit, da anderenfalls es durchaus nothwendig ist, den Kessel als einen Dampferzeuger im Sinne des Kesselregulatives zu behandeln, und denselben mit den durch die Erfahrung und die gesetzlichen Vorschriften festgestellten Armaturstücken und Einrichtungen zur Sicherheit gegen Explosionen zu versehen.[1]

Die Ansichten, ob es überhaupt empfehlenswerth ist, das Futter mittelst Dampf anstatt in Wasser mit direktem Feuer zu kochen, sind zur Zeit noch getheilt. Ich halte die erstere Methode entschieden für die empfehlenswerthere, selbst wenn ein eigener Dampferzeuger zum Futterkochen aufgestellt werden muss. Gegen diese Anordnung und für das gewöhnliche Kochen in alter Manier wird u. A. hervorgehoben,[2] dass beim Kochen mit Dampf stets ein Wärmeverlust stattfindet, da das Leitungsrohr, welches den Dampf in den Futterdämpfer führt, durch die umgebende kältere Luft stark von aussen abgekühlt wird. Ferner wird nach Beendigung des Kochens mit Dampf stets eine grössere Wärmemenge in dem Kessel zurückbleiben, welche nun nutzlos vorhanden ist, wenn der Dampfkessel nur zum Kochen des Futters geheizt wird. Auch soll für den gewöhnlichen Siedeapparat das schlechteste Brennmaterial verwendet werden können, namentlich Abfälle von Hölzern, Reiser, welche beim Beschneiden der Hecken abfallen, Dorngestrüppe vom Urbarmachen neuer Felder, während bei einer Dampfkesselfeuerung nur das dem Bau der Feuerung entsprechende Brennmaterial benutzt werden kann.

In Betreff des ersten Punktes lässt sich durch eine Umhüllung der Dampfröhren mit schlecht leitenden Materialien eine hinlängliche Sicherung gegen Abkühlung treffen. Der zweite Einwand ist in der That ein Nachtheil des

1) Das neue Kesselregulativ vom 29. Mai 1871 betrachtet die Futterdämpfer nur in dem Falle nicht als gewöhnliche Dampfkessel, wenn dieselben mit der Atmosphäre durch ein unverschliessbares, in den Wasserraum hinabreichendes Standrohr von nicht über 5 Meter Höhe und mindestens 8 Centimeter Weite verbunden sind.

2) Vergl. der Culturingenieur, Bd. II, S. 489.

Dampfkochens, welcher jedoch dadurch reichlich aufgewogen wird, dass eine Dampfkesselfeuerung weit rationeller eingerichtet werden kann als die Feuerung eines gewöhnlichen Siedekessels, und andererseits nur dann in Betracht kommt, wenn der Kessel allein zum Dämpfen des Futters benutzt wird. Ferner lässt sich aber behaupten, dass alle Feuerungsmaterialien, welche bei einem gewöhnlichen Kessel zum unmittelbaren Sieden des Futters verwendet werden, auch für Dampfkesselfeuerungen geeignet sind.

Andererseits besitzt aber das Dämpfen des Futters gegenüber dem direkten Kochen den schwer wiegenden Vorzug, dass das Anbrennen, der gewöhnliche Uebelstand der alten Methode, vollständig vermieden wird. Angebranntes Futter wird von den Thieren nur mit grösstem Widerwillen gefressen, und muss, wenn der brenzliche Geschmack und Geruch sehr bedeutend geworden sind, oft ganz verworfen werden. Ferner geht das Dampfkochen schneller von Statten als das Kochen an freiem Feuer, ein Umstand, welcher in vielen Fällen ebenfalls erheblich in's Gewicht fällt. Aus diesen Gründen möchte überall da, wo ein eigens dazu nothwendiger Dampfkessel mehrere Stunden täglich in Betrieb erhalten werden kann, um das Dämpfen des Futters zu bewerkstelligen, diese Methode entschieden vorzuziehen sein.

k) Die Benutzung des gebrauchten Dampfes zur Ventilation.

Der abziehende Maschinendampf gewährt ein vortreffliches Mittel, grössere Räume kostenfrei zu ventiliren. Das Dampfabgangsrohr einer stationären Maschine wird in der Regel ausserhalb des Maschinengebäudes in's Freie geleitet, wobei der Dampf in keiner Weise mehr nutzbare Arbeit verrichtet. Nun lässt sich aber der abgehende Maschinendampf vortrefflich zur Ventilation von Gebäuden verwerthen, was in vielen Fällen von wesentlichem Vortheil sein kann. Man hat hierzu nur nöthig, den abgehenden Dampf durch die zu ventilirenden Räume nach deren höchstem Punkte zu leiten, hier in's Freie, also durch das Dach hindurch zu führen, und die Ausblaseöffnung mit einer Düse zu umgeben, wie solche bei den Injektoren angebracht ist.

Erweitert sich diese Düse nach unten trichterförmig, so tritt die Luft aus dem unterhalb belegenen Raume in dieselbe, und wird durch die schnelle Bewegung des Dampfes mit fortgerissen. Der Dampf übt also hier eine saugende Wirkung aus; er erzeugt auf diese Weise eine kräftige Ventilation, welche unter anderem auch noch den Vortheil besitzt, dass sie keinerlei Unkosten verursacht.

Will man mehrere übereinander belegene Räume ventiliren, so führt man das Dampfrohr in diesen vertikal aufwärts, umgiebt dasselbe mit einem Blechmantel von hinlänglicher Weite, welcher an jeder Decke der verschiedenen Etagen einen nach unten geöffneten Konus bildet. Die Wirkung beruht hier darauf, dass die in dem Blechmantel befindliche Luft durch den Dampf erwärmt wird, und alsdann, weil specifisch leichter, in die Höhe steigt. In der Dampfausströmung unter dem Dache tritt ausserdem noch die mechanische Saugwirkung des Dampfes auf, welche sich durch das Luftrohr bis in die unteren Stockwerke fortpflanzt.

Die wichtigsten landwirthschaftlichen Gebäude, die Scheunen und Ställe, bedürfen, wenn sie ihren Zweck in rechter Weise erfüllen sollen, einer energischen Ventilation; erstere, weil das eingebrachte Getreide stets schwitzt, bei ungünstigem Erntewetter oft nicht ganz trocken in die Scheune gebracht wird, und hier erst nachtrocknen muss. Letztere, um die Gesundheit der untergebrachten Thiere zu erhalten, die bei verdorbener Luft niemals gedeihen können. Wo die lokalen Verhältnisse die Führung des abgehenden Dampfes durch Ställe oder Scheunen gestatten, da möge man die vortreffliche Wirkung desselben nicht nutzlos vorübergehen lassen. Wenn sich auch der Vortheil der Dampfventilation nicht unmittelbar in Zahlen ausdrücken lässt, so kann man doch überall, wo sich in der Nähe der zu ventilirenden Gebäude Dampfkraft befindet, mit Sicherheit auf einen günstigen Erfolg bei der in Rede stehenden Benutzung des abgehenden Dampfes rechnen.

IV. ABSCHNITT.

DER DAMPFPFLUG.

IV. Abschnitt.

Der Dampfpflug.[1]

Die Ausbildung der Dampfpflüge ist zur Zeit so weit vorgeschritten, dass dieselben mit Sicherheit überall angewendet werden können, wo die wirthschaftlichen Verhältnisse die Einführung der Dampf-Bodenkultur zulassen. Die Versuche, welche in den letzten Jahren in Deutschland zur Erprobung der Dampfpflüge angestellt worden sind, haben die überzeugendsten Beweise für den durchgreifenden Werth derselben geliefert, haben nachgewiesen, dass bereits jetzt für viele Verhältnisse die Benutzung derselben vollständig angezeigt ist.

Die erzielten günstigen Resultate, welche sich vor Allem in einer grösseren Erntesicherheit und in höheren Ernteerträgen ausgesprochen haben, waren Veranlassung, dass in den letzten Jahren unter den deutschen Landwirthen ein lebhaftes Interesse für die neue Kulturmaschine erwachte. Wenn dasselbe auch oft in allzu optimistischen Anschauungen wurzelte, so lieferte es doch den entschiedenen Beweis für das Bedürfniss nach einer wirksameren Kraft zur Bearbeitung des Bodens, als die animalische Zugkraft zu bieten vermag.

Um ein klares Bild von dem Werthe des Dampfpfluges zu geben, ist zunächst eine Besprechung der verschiedenen

1) Ausführliche Mittheilungen über den Dampfpflug enthalten folgende Arbeiten:

Max Eyth, Das Agrikultur-Maschinenwesen in Aegypten, Stuttgart 1867.

Dünkelberg, Der Cultur-Ingenieur, Bd. I, S. 129, Bd. II, S. 95, 274 u. 493.

Perels, Handbuch zur Anlage und Konstruktion landwirthschaftlicher Maschinen, Bd. II, S. 219, Jena 1866.

Derselbe, Die Dampf-Bodenkultur, Berlin 1870.

Systeme[1] desselben nothwendig, während wir in der Folge auf die Angemessenheit desselben für die deutschen Verhältnisse näher eingehen wollen.

Der Gedanke, Bodenbearbeitungsgeräthe ohne Spannvieh in Bewegung zu setzen, datirt bereits aus der Zeit vor Erfindung der Dampfmaschine. Bereits im siebzehnten Jahrhunderte findet man in den englischen Patentregistern derartige Vorschläge, wenn auch zumeist ohne Angabe der speciellen Dispositionen. So liessen sich z. B. im Jahre 1618 David Ramsey und Thomas Wildgoose eine Maschine patentiren, welche ohne Anwendung von Spannvieh pflügen, düngen und säen sollte. In den Jahren 1630 und 1634 erweiterte derselbe Ramsey seine Erfindung, deren Detailanordnungen verloren gegangen sind. Auch ein gewisser Parham nahm um dieselbe Zeit wie Ramsey ein Patent auf einen neuen, ohne Pferde oder Ochsen zu bewegenden Pflug, bei welchem zwei Mann zur Bedienung des Motors und der dritte zur Handhabung des Pfluges erforderlich waren.[2] Der Erfinder der Dampfmaschine, James Watt, beschäftigte sich ebenfalls mit der Konstruktion eines Dampfpfluges. Ohne dem Patentamte eine ausführliche Beschreibung desselben einzureichen, sicherte er sich im Jahre 1780 das Ausführungsrecht eines solchen. In der nachfolgenden

1) Wenn hierbei etwas ausführlich auf die älteren Dampfpflüge eingegangen wird, aus welchen sich die heutigen Tages benutzten entwickelt haben, so geschieht dieses hauptsächlich, weil vielfach ältere, längst beseitigte Konstruktionen, wenn sie nach einem gewissen Zeitabschnitte wieder an's Tageslicht kommen, als neu angepriesen werden, und von Neuem ganz unnützerweise Aufsehen erregen.

2) William Parham's Patent wurde ertheilt auf: „a certaine newe and readie way for the good of our Commonwealth, for the earinge and ploughinge of land of what kinde soever, without the vse or helpe of horses or oxen, by meanes of an engine, by them newly invented and framed, and not formerly practized or vsed within our Kingdome of England and Dominion of Wales, by the labour and strength of two men onlie, to drive or enforce the said engine, and of one other p'son to hould or guide the plowe or sullowe to be drawne with the same engine, whereby great benefitt and comodytie may arise to our lovinge subjectes.

Man wird hier lebhaft an die im Jahre 1663 erschienene Schrift des Edward Somerset, Marquis of Worcester erinnert, betitelt: „A Century of Inventions," in welcher die wundersamsten Erfindungen, die niemals gemacht worden sind, angegeben wurden.

Zeit kamen zahllose Erfinder mit gleicher Idee, deren Arbeiten jedoch bis zur neueren Zeit erfolglos blieben.

Alle bisher konstruirten Dampfpflüge lassen sich nach zwei Gruppen unterscheiden und zwar

1) in solche, bei welchen die Betriebsmaschine mit den Bodenbearbeitungsinstrumenten über den Acker fährt, und
2) in solche, bei welchen die Betriebsmaschine während der Bodenbearbeitung feststeht, und die Kulturinstrumente durch geeignete Seiltransmissionen in Bewegung setzt.

Die erste dieser Gruppen hat manches Bestechende, vor Allem die grosse Einfachheit und Billigkeit; dagegen ist es bisher noch nicht gelungen, die Betriebsmaschinen derartig zuverlässig zu konstruiren, dass sie ihre fortschreitende Bewegung ohne Stockungen ausführen. Wie bereits Seite 68 dargelegt wurde, sind alle bisher konstruirten Strassenlokomotiven noch im höchsten Grade unvollkommen. Die Fortbewegung des Motors kostet, namentlich auf dem Acker, eine derartige Kraft, dass die Nutzleistung sehr gering, oft bis auf Null herabsinkend, ausfällt. Aus diesem Grunde hat man heutigen Tages dieses System, welches noch im Jahre 1860 mit entschiedenem Beifall aufgenommen wurde, gänzlich aufgegeben zu Gunsten des zweiten Systemes mit Drathseilübertragung.

Es lässt sich jedoch mit ziemlicher Sicherheit voraussehen, dass bei weiterer Vervollkommnung der Strassenlokomotiven das direkte Dampfpflugsystem wieder in Aufnahme kommen wird. Die bekanntesten Konstruktionen desselben waren die rotirenden Kultivatoren von Romaine und Usher.[1] Bei ersterem befanden sich an einer von der Maschine in Umdrehung versetzten Trommel Grubberzinken angebracht, ähnlich wie bei der in neuerer Zeit bekannt gewordenen Comstock'schen Grabema-

1) Beide sind ausführlich beschrieben im Book of farm implements and machines von Stephens, S. 224 und 225, London 1858, und im Handbuche zur Anlage und Konstruktion landwirthschaftlicher Maschinen, Bd. II, S. 224 und 227.

schine. Die Arbeit des Romaine'schen Dampfpfluges wurde übereinstimmend als eine vortreffliche geschildert; der Boden erhielt eine gründliche Lockerung bis zu beträchtlicher Tiefe. Andere, und zu diesen gehörte auch Usher, brachten vollständige Pflugsätze mit Kolter, Schar und Streichbrett am Umfange des rotirenden Tambours an, womit sie jedoch keine Erfolge erzielen konnten. Es ist dies auch leicht einzusehen; denn die ganze Anordnung des einfachen Pfluges setzt eine geradlinig fortschreitende Bewegung voraus, ein Princip, welches hier ausser Acht gelassen wurde. Romaine hatte die grossen Triebräder seiner Lokomotiven mit den Seite 71 erwähnten Boydell'schen Schienenschuhen versehen, so dass die Räder stets auf selbstgelegten Schienen liefen, und nicht in den Boden einsinken konnten. Mit einem solchen Dampfkultivator arbeitete derselbe noch im Jahre 1860 auf einer landwirthschaftlichen Ausstellung bei Paris, und zwar mit entschieden günstigem Erfolge im Vergleiche zu den damaligen Leistungen der Dampfpflüge mit Drathseiltransmission.

Eine ganz eigenthümliche Richtung erhielt die weitere Ausbildung der Dampfpflüge durch einen gewissen Halkett. Im Jahre 1857 trat derselbe mit einem Systeme auf, welches im Principe die direkte Bewegung der Kulturgeräthe mittelst der gleichzeitig fortbewegten Motoren beibehielt, die letzteren aber auf Schienen laufen liess. Das zu bearbeitende Ackerstück sollte in Abständen von etwa 9 bis 18 Meter mit Schienen belegt werden, welche auf einer gemauerten Unterlage ihre Befestigung erhielten. Auf diesen bewegt sich, von 4 bis 6 Rädern getragen, eine Bühne, welche an jedem Ende ein kleines Maschinenhaus aufnimmt. Die dort aufgestellten Dampfmaschinen setzen die Räder in Umdrehung, und veranlassen so die Fortbewegung des Apparates. An demselben können durch die ganze Breite hindurch die Bodenbearbeitungsgeräthe, also Pflüge, Grubber, Eggen und Walzen angebracht werden, und ebenso beabsichtigte der Erfinder, Düngerstreumaschinen, Säe- und Mähemaschinen mit seiner Bühne zu verbinden. Am Ende des Ackerstückes angelangt, wird der Apparat mittelst einer Schiebebühne auf einen

Nebenstrang gefahren, wo die Arbeit in umgekehrter Richtung fortgesetzt wird.

Es bedarf wohl kaum eines Beweises, dass dieses System für die Praxis im Grossen vollständig ungeeignet ist. Aber trotzdem wurde dasselbe in England mit fast allgemeinem Enthusiasmus aufgenommen. Einige Proben auf kleinen, ebenen Flächen ergaben leidliche Resultate, welche von dem Erfinder und seinen Anhängern als Handhabe benutzt wurden, um Propaganda für das Schienensystem zu machen. Mehrere Jahre hindurch war die Besprechung des Halkett'schen Dampfpfluges stehendes Thema in den englischen landwirthschaftlichen Journalen, in welchen bis zum Jahre 1862 allen Ernstes die angeblichen Vorzüge desselben auf's Eingehendste dargelegt, und Verbesserungsvorschläge gemacht wurden. Noch auf der zweiten Londoner Ausstellung 1862 demonstrirte Grafton dieses System an Modellen, jedoch jetzt mit Schienenschuhen, im Principe nach Boydell'schem Systeme, anstatt der festliegenden Schienen.

Hiermit verschwand dasselbe aber vollständig vom Schauplatze; die Modelle wurden dem South Kensington Museum in London einverleibt, wo sie unweit der ersten von James Watt gebauten Dampfmaschine und Stephenson's Lokomotive einen würdigen Platz gefunden haben.

Die durch Drathseile, in erster Zeit durch starke Manilla-Hanfseile, in Bewegung gesetzten Dampfpflüge wurden auch schon vor vielen Jahren, wenn auch zunächst ohne Erfolg, erprobt. Bereits im Jahre 1833 versuchten Heathcoat und nach ihm Lord Tweeddale und Lord Willoughby D'Eresby die Konstruktion derartiger Dampfpflüge,[1] jedoch mit gänzlicher Erfolglosigkeit; und in gleicher Weise scheiterten viele spätere Versuche, welche sich eine ähnliche Aufgabe stellten. Erst gegen das Jahr 1855 gelang es dem Ingenieur John Fowler in Leeds, einen Dampfpflug zu konstruiren, welcher

1) Diese drei Apparate, der Tweeddale'sche mit Abbildungen, sind ausführlich beschrieben in Stephens' Book of farm implements and machines, S. 227 u. f.

einigermassen den Anforderungen der Praxis entsprach. Dieser ist nun bis heute zu immer grösserer Vollkommenheit ausgebildet worden, sowohl von dem Erfinder selbst, als auch von vielen anderen englischen Konstrukteuren, namentlich von James Howard in Bedford, welcher bald als ebenbürtiger Konkurrent neben Fowler auftrat, und eine grosse Zahl erheblicher Verbesserungen an dem Dampfpfluge anbrachte. Beiden Männern gebührt vor Allem der Ruhm, den Dampfpflug zu einem, für die Praxis brauchbaren Apparate herangebildet zu haben.

Fowler konstruirte bereits im Jahre 1848 einen, späterhin durch die erste Londoner Ausstellung allgemein bekannt gewordenen Drainpflug, welcher die Grundlage für die in der Folge entstandenen Dampfpflüge bildete. Dieser originelle Apparat wurde durch ein starkes Hanfseil mittelst eines Göpels in Bewegung gesetzt. Der Pflug war ein gewöhnlicher Wühlpflug mit einem zugespitzten runden Schare, welches vermittelst einer breiten, aber verhältnissmässig dünnen Griessäule an einem über der Erde sich hinbewegenden Gestell befestigt war. Ein Pferdegöpel, auf zwei Rädern montirt, wurde in dem Boden festgerammt, von diesem aus das Seil, welches auf einer Trommel aufgewunden wurde, an dem Pfluge befestigt, und so bei dem Umgange der Pferde am Göpel der Pflug zu diesem hingezogen. Mit dem Apparate war eine sinnreiche Einrichtung zum selbstthätigen Legen der Drainröhren kombinirt, deren Detailanordnung für unsre Betrachtung kein Interesse haben kann.[1]

Es dauerte nicht lange, so wurde der Pferdegöpel durch eine Lokomobile, das Hanfseil durch ein Drathseil, zuerst aus Eisen, in der Folge aus Stahl gefertigt, ersetzt, und war es jetzt nur noch erforderlich, die Disposition und Anordnung der einzelnen Theile, namentlich der Kultivatoren, für den praktischen Gebrauch auszubilden.

1) Eine Beschreibung des Fowler'schen Drainpfluges befindet sich in dem Werke von Dr. Wilhelm Hamm: Die landwirthschaftlichen Geräthe und Maschinen Englands, S. 267, Braunschweig 1858 und in dem amtlichen Berichte über die Industrie-Ausstellung aller Völker zu London im Jahre 1851, I. Theil, S. 786, Berlin 1852.

Man muss übrigens berücksichtigen, dass auch in damaliger Zeit, unmittelbar nach der ersten Londoner Ausstellung, die Lokomobile noch ein sehr unvollkommener Apparat war, welcher erst jetzt Schritt für Schritt weiter ausgebildet wurde, ein Umstand, welcher den Konstrukteuren der Dampfpflüge ausserordentlich zu Statten kam. Sicherlich hat der Mangel einer gut konstruirten Lokomobile Vieles zum Scheitern der älteren Versuche mit dem Dampfpfluge beigetragen.

Von den zahllosen Erfindungen, welche in dem nun folgenden Zeitraume gemacht wurden, sind vor Allem hervorzuheben die Konstruktion des Balancirpfluges durch Fisken, der Klappentrommel, welche ein sicheres Laufen des zuerst angewendeten endlosen Seiles ermöglichte, durch Burton und des Ankerwagens durch Fowler. Diese drei Apparate bildeten die erste Grundlage des weit verbreiteten Fowler'schen Dampfpfluges nach dem Ankerwagensysteme. Zu derselben Zeit bildete sich ein zweites System aus, bei welchem das Drathseil auf Windetrommeln aufgewunden wurde, und das zu bearbeitende Ackerstück vollständig umspannte; das Round-About-System. Die Erfinder desselben sind Smith in Woolston und Howard. Das vor Allem Empfehlenswerthe an diesem Apparate war die Benutzung einer gewöhnlichen Lokomobile, wie sie zu vielen anderen landwirthschaftlichen Arbeiten Verwendung findet. Die Maschine bleibt während der Bearbeitung des von dem Seile umspannten Ackerstückes unverändert auf ihrem Platze stehen, während nur die Führungsrollen des Seiles in dem Maasse, als die Arbeit vorwärts schreitet, versetzt werden. Vom Jahre 1860 an hat dieses System in England die ausgedehnteste Verbreitung gefunden.

Im Jahre 1862 entstand noch ein drittes System, das Zweimaschinen-System, zuerst wahrscheinlich von Coleman, späterhin von Savory angewendet, jedoch bei beiden in derartig unvollkommener Konstruktion, dass es keinen Eingang in die Praxis finden konnte. Erst, als Fowler dieses System adoptirte, und dasselbe erheblich in allen seinen Theilen verbesserte, fasste dasselbe neben den beiden ebengenannten

Systemen festen Boden, und gilt dieses heutigen Tages als das vorzüglichste und für die meisten Verhältnisse allein empfehlenswerthe. Dasselbe wurde in der Folge auch von Howard benutzt, und mit ganz eigenthümlichen, leider nicht sehr glücklich konstruirten Strassenlokomotiven versehen, so dass es in dieser Form nur beschränkte Verbreitung gefunden hat.

Bald nach der Erfindung des Zwei-Maschinensystemes konstruirten Fowler und Howard Windeapparate, mittelst welcher gleichzeitig zwei Kultivatoren in Betrieb erhalten werden konnten, so dass beide Motoren kontinuirlich in Thätigkeit blieben. Auch diese Anordnung hat keine ausgedehnte Verbreitung gefunden, weil die Apparate zu komplicirt werden, und die stetige Arbeit beider Maschinen sehr grosse Dampferzeuger verlangt, welche die Lokomotiven zu schwer machen.

Die Kultivatoren des Dampfpfluges sind der bereits erwähnte Balancirpflug nach Fisken'schem Systeme, verbessert von Fowler und von diesem bei allen Dampfpflügen adoptirt, ein in der That allen Anforderungen entsprechendes Instrument; ferner eine etwas veränderte Konstruktion desselben von Howard, lediglich des englischen Patentgesetzes wegen in einigen Details abweichend von dem ersteren konstruirt. Ausserdem ist zu erwähnen der vortreffliche Howard'sche Grubber, welcher ohne Umwendung vorwärts und rückwärts arbeitet, ebenfalls ein ausgezeichnetes und für jeden Dampfpflug zu empfehlendes Instrument. In neuerer Zeit konstruirte Fowler den sogenannten Wendekultivator, welcher sehr günstige Resultate geliefert hat. Die Eggen sind zumeist nach dem Zickzacksysteme angeordnet; die Howard'schen empfehlen sich für leichtere, die Fowler'schen für schwerere Arbeit. Walzen, Kammformer, Säemaschinen u. s. w. sind ebenfalls in neuerer Zeit vielfach für Dampfbetrieb konstruirt worden, haben jedoch nur eine sehr beschränkte Anwendung gefunden.

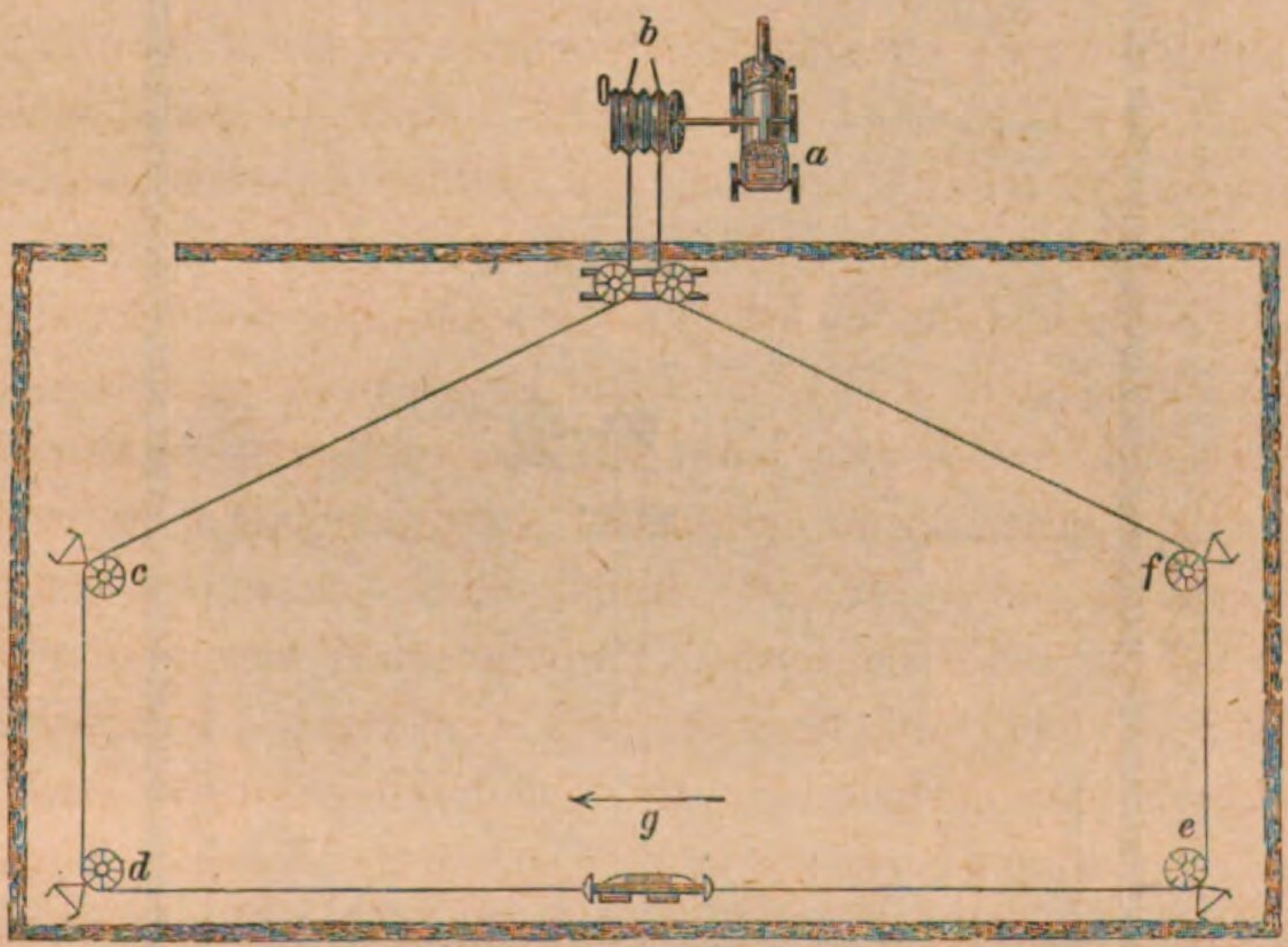
Nach dieser allgemeinen Uebersicht über die Entwicklung des Dampfpfluges gehen wir nunmehr auf die Beschreibung der

einzelnen Systeme ein, wobei jedoch nur diejenigen besprochen werden können, welche gegenwärtig in der Praxis mit Erfolg arbeiten. Die Kultivatoren sollen in der Folge in einem besonderen Abschnitte (*d*) gemeinschaftlich aufgeführt werden.

a) Der Howard'sche Dampfpflug (Round-About-System).

Dieser Dampfpflug zeichnet sich vor Allem dadurch aus, dass zum Betriebe eine gewöhnliche Lokomobile verwendet wird. Die Disposition desselben ist in Fig. 81 dargestellt. Die Loko-

Fig. 81.

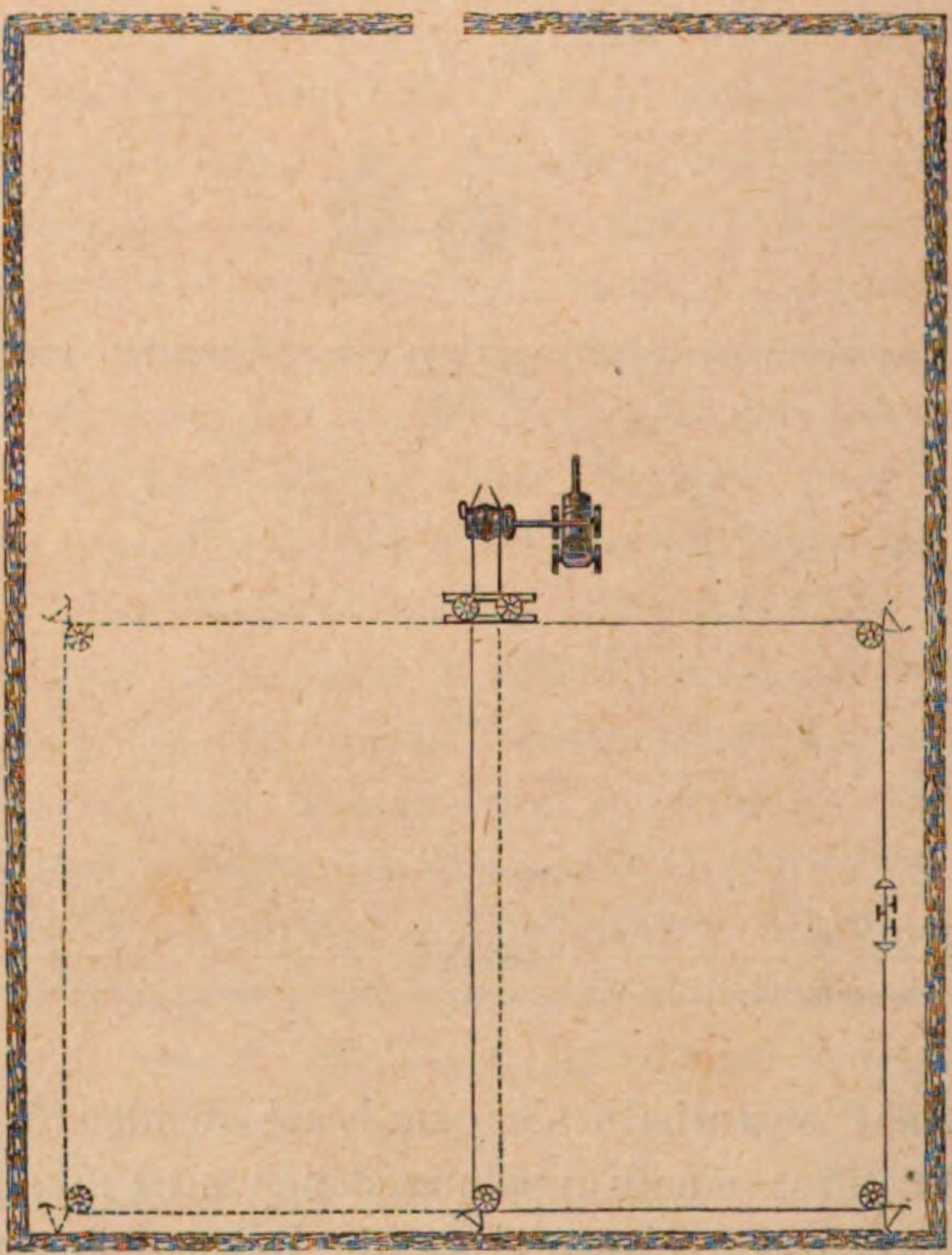


mobile *a* steht ausserhalb des zu bearbeitenden Ackerstückes, und betreibt durch eine Kuppelungsstange mit Universalgelenken einen Windeapparat *b*, ebenfalls wie die Lokomobile transportabel angeordnet. In demselben befinden sich auf einer gemeinschaftlichen Welle neben einander zwei Windetrommeln. Jede derselben kann durch entsprechende Einrückungen in und ausser Betrieb mit der Lokomobile gebracht werden. Das Seil wird von den Trommeln durch Führungsrollen nach der in der Zeichnung angegebenen Disposition geleitet. Die Rollen *c, d, e* und *f* werden durch Anker mit gekrümmten, grubberartigen Zähnen

an dem Boden befestigt, und durch die Spannung des arbeitenden Seiles vollständig in diesen hineingezogen. Bei *g* ist der Kultivator, Pflug, Grubber oder Egge in dem Seile eingeschaltet.

Der Arbeitsmodus ist folgender: Wird von der Maschine die in der Zeichnung links befindliche Windetrommel in Betrieb gesetzt, so windet diese das Seil auf; der Kultivator bewegt sich somit von *e* nach *d* im Sinne des Pfeiles. Bei *d* ange-

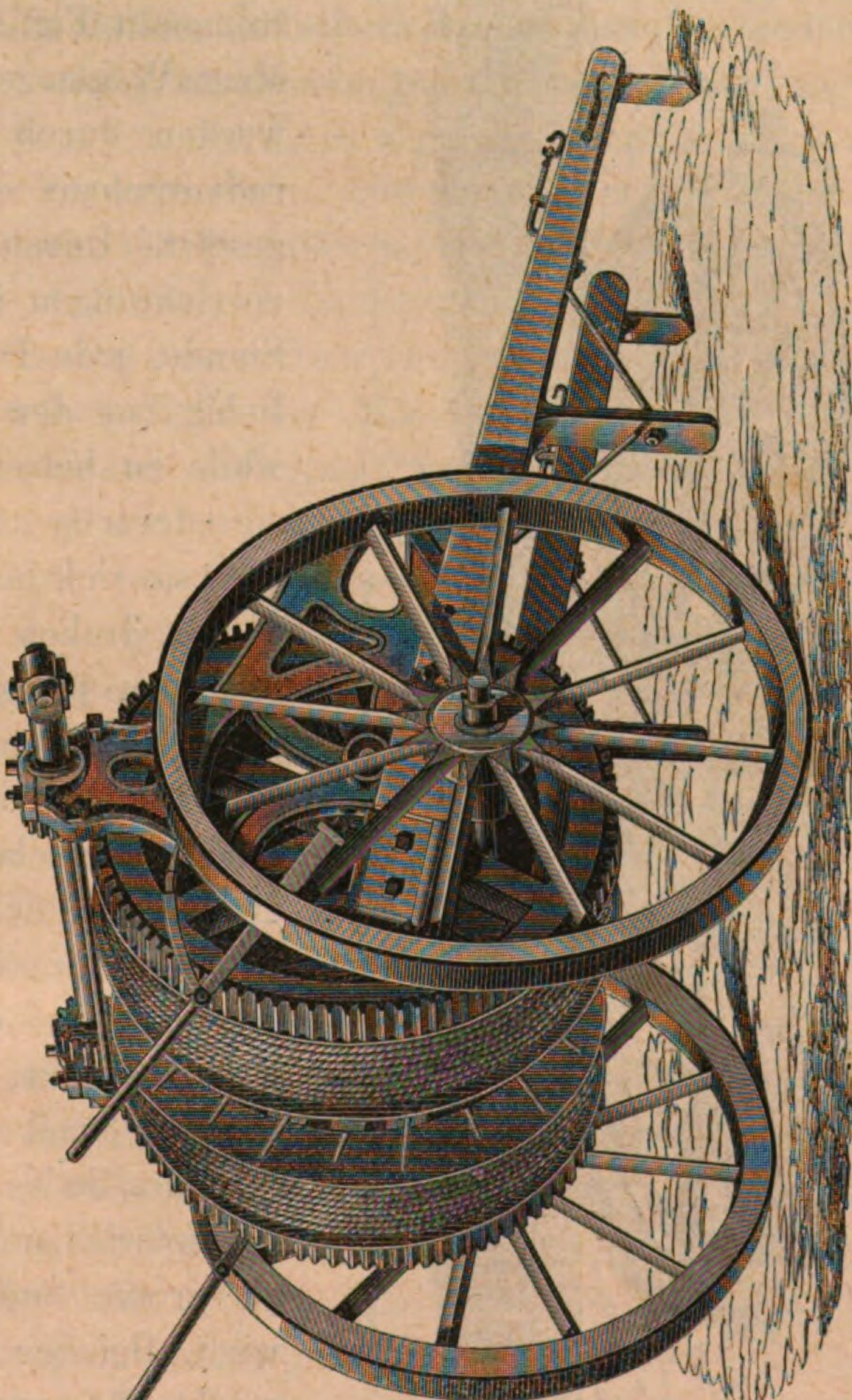
Fig. 82.



langt, wird diese Rolle um die Breite der gezogenen Furchen versetzt, und der Betrieb der Lokomobile auf die andere (rechte) Seiltrommel übertragen. Hierbei windet diese das Seil auf; der Pflug bewegt sich also von *d* nach *e*, während das, demselben nachfolgende Seil von der jetzt lose auf ihrer Welle sitzenden linken Seiltrommel ausgeworfen wird. Alsdann wird die Ankerrolle *e* um die Breite der gezogenen Furchen versetzt und so

fort gearbeitet, bis das gesammte, von dem Seile umspannte Ackerstück gepflügt is.

Die in Fig. 81 dargestellte Auswerfung des Seiles kann in mannigfacher Weise variirt werden. Die Lokomobile kann, anstatt


Fig. 83.

in der Mitte, an einer Seite stehen, das umspannte Ackerstück kann eine unregelmässige Form besitzen, wobei es nur erforderlich ist, an den Ecken und Krümmungen Ankerrollen anzubringen. Bei sehr grossen Schlägen kann man die Lokomobile

auch in der Mitte aufstellen und nach vier Richtungen arbeiten, wie dies in Fig. 82 dargestellt ist.

Die interessantesten Details des Howard'schen Dampfpfluges sind die Windetrommeln und die ersten Führungsrollen des Seiles. Die Windetrommeln Fig. 83 sind in einem Wagen gelagert, und werden durch ein Stirnradvorgelege in Betrieb gesetzt. Durch Ausrückevorrichtungen ist man im Stande, jede Trommel beliebig von der Vorgelegewelle zu betreiben, oder sie derartig auszulösen, dass sie sich lose auf ihrer Achse drehen kann, um das dem Pfluge nachfolgende Seil auszuwerfen. Jede Trommel ist mit einer Bremse versehen, welche gegen den inneren Umfang derselben presst, und eine Verzögerung der Bewegung bewirkt, wenn die lose Trommel durch den Zug des Seiles zu schnell bewegt wird, und somit eine zu grosse Seillänge auswirft. Bei der Aufstellung macht die unwandelbare Befestigung des Windewagens häufig grosse Schwierigkeiten, ein Umstand, welcher sich namentlich dann nachtheilig geltend macht, wenn die Maschine zum Tiefackern benutzt wird, und starke Widerstände zu überwinden hat.

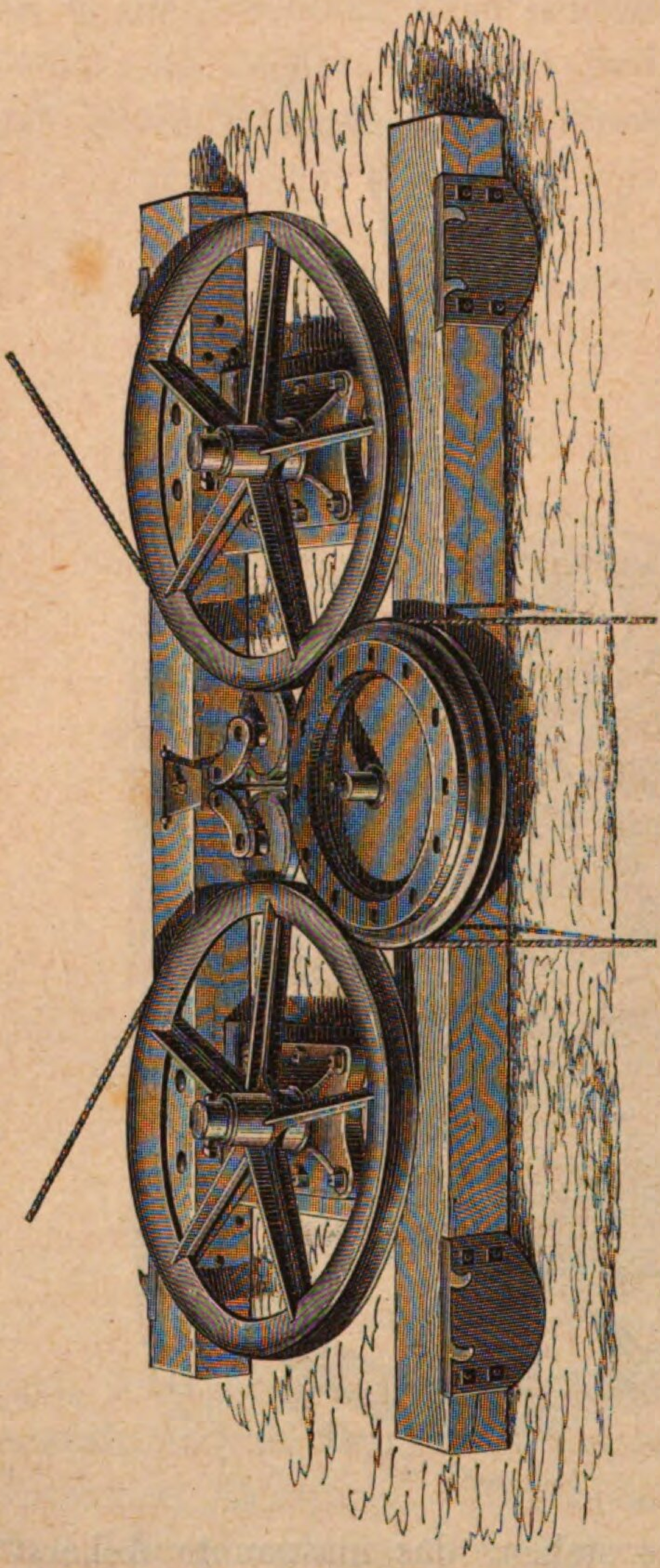


Fig. 84.

Die Spannvorrichtung Fig. 84 liegt zwischen dem Windewagen und der Arbeitsfläche. Sie hat die Aufgabe, durch die mittlere Keilrolle eine Spannung des ablaufenden Seilendes zu bewirken und ferner, dem Seile die Leitung nach den beiden Eckrollen *c* und *f* in Fig. 81 zu ertheilen. Die Spannvorrichtung liegt in einem starken, hölzernen Rahmen auf dem Boden, und wird durch vorgeschlagene Pflöcke gegen eine Verschiebung gesichert.

Zwischen den einzelnen Eckrollen befinden sich noch Tragrollen, welche verhindern, dass das Seil während der Arbeit auf dem Boden schleift; dieselben sind zumeist auf kleinen Laufrädern montirt, so dass sie leicht aufgestellt und entfernt werden können.

Zum Betriebe des Howard'schen Dampfpfluges sind fünf Arbeiter erforderlich; der Maschinenführer, ein Mann an der Winde, ein Mann auf dem Pfluge und zwei Arbeiter bei den Ankerrollen *d* und *e*; ausserdem zwei bis drei Jungen, welche die Seilträger beaufsichtigen und einstellen. Beim Umstellen der Apparate auf ein neues Ackerstück werden die einzelnen Theile durch Spannvieh transportirt. Die Aufstellung selbst nimmt bei mittelmässig geübten Arbeitern etwa 2 Stunden in Anspruch.

b) Das Fowler'sche Ankerwagensystem.

Die Betriebsmaschine ist hier selbstbeweglich, also als Strassenlokomotive konstruirt. Hieraus resultirt vorerst der nicht unerhebliche Vortheil, dass man im Stande ist, die Maschine selbst und mit derselben die sämmtlichen arbeitenden Theile durch die eigene Betriebskraft zu transportiren. Das Spannvieh sowohl wie die bedeutenden Zeitverluste, welche bei dem Howard'schen Systeme bei der Umstellung erforderlich sind, werden hier erspart. Fig. 85 giebt die neueste Disposition des Ankerwagensystemes an. *a* ist die Lokomotive, unter deren Kessel in starken Lagern die beiden Seiltrommeln α und β ruhen, von denen das Seil nach der Seilscheibe des am entgegengesetzten Kopfende des Ackers befindlichen Ankerwagens *b* geführt wird. Der Pflug *c* ist an beliebiger Stelle des Seiles eingeschaltet. Die Trommeln α und β können durch die Maschine abwechselnd in und ausser Betrieb gesetzt werden. Wird

das Seil auf die Trommel α aufgewunden, so bewegt sich der Pflug im Sinne des Pfeiles von der Maschine nach dem Ankerwagen hin; hier angelangt, wird dieser, dessen scharfe, diskusförmige Räder tief in den Boden einsinken, und so eine Verrückung des Wagens verhüten, um die Breite der gezogenen Furchen vorwärts bewegt, so dass der Pflug eine neue Furchenreihe nehmen kann. Alsdann wird die Seiltrommel α von dem Betriebe gelöst, β dagegen eingekuppelt; der Pflug bewegt sich somit vom Ankerwagen zur Maschine hin. Jetzt fährt diese durch ihre eigene Betriebskraft um die Breite der gezogenen Furchen vorwärts, worauf die Arbeit in umgekehrter Richtung von Neuem beginnt.[1]

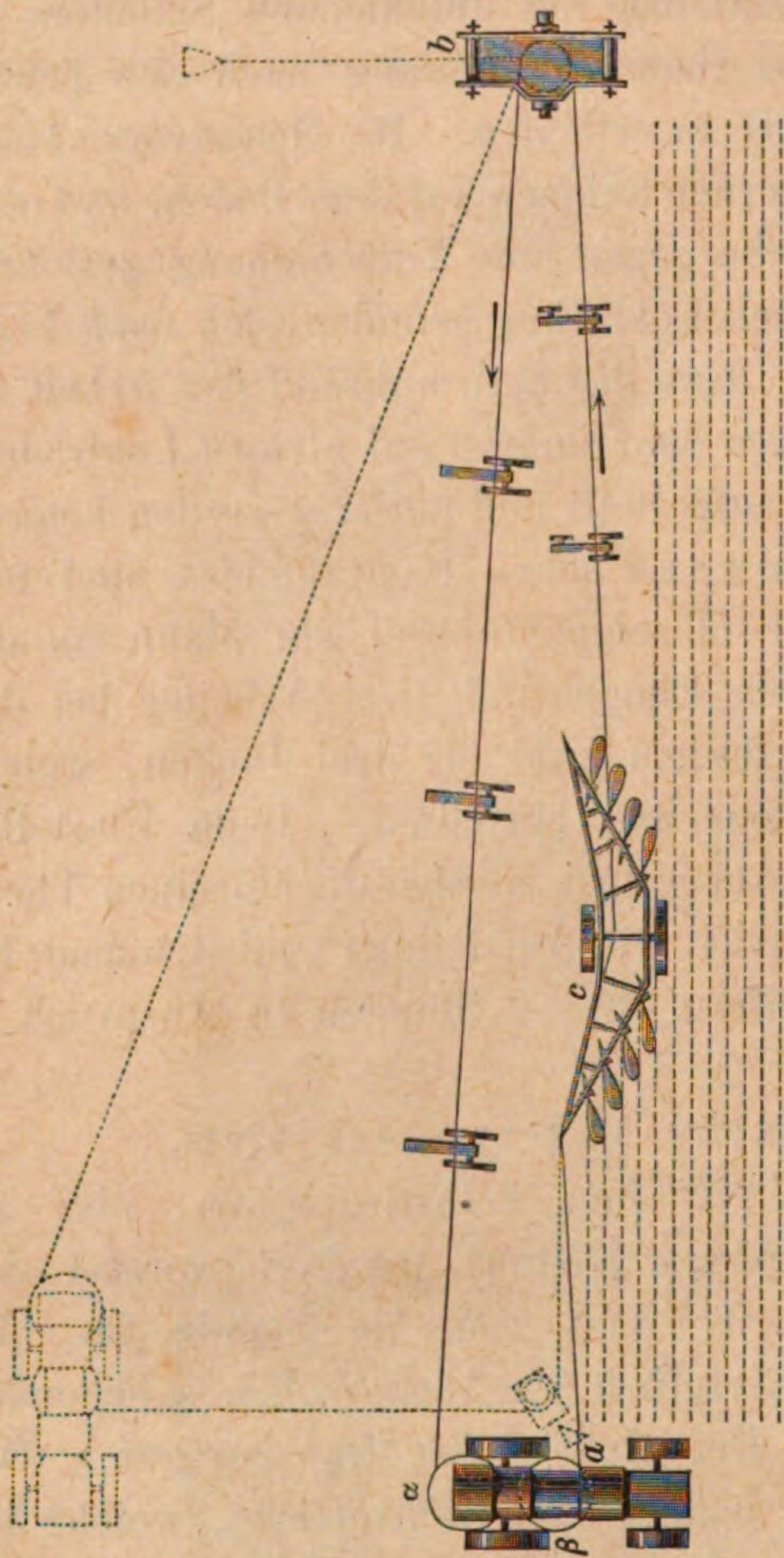
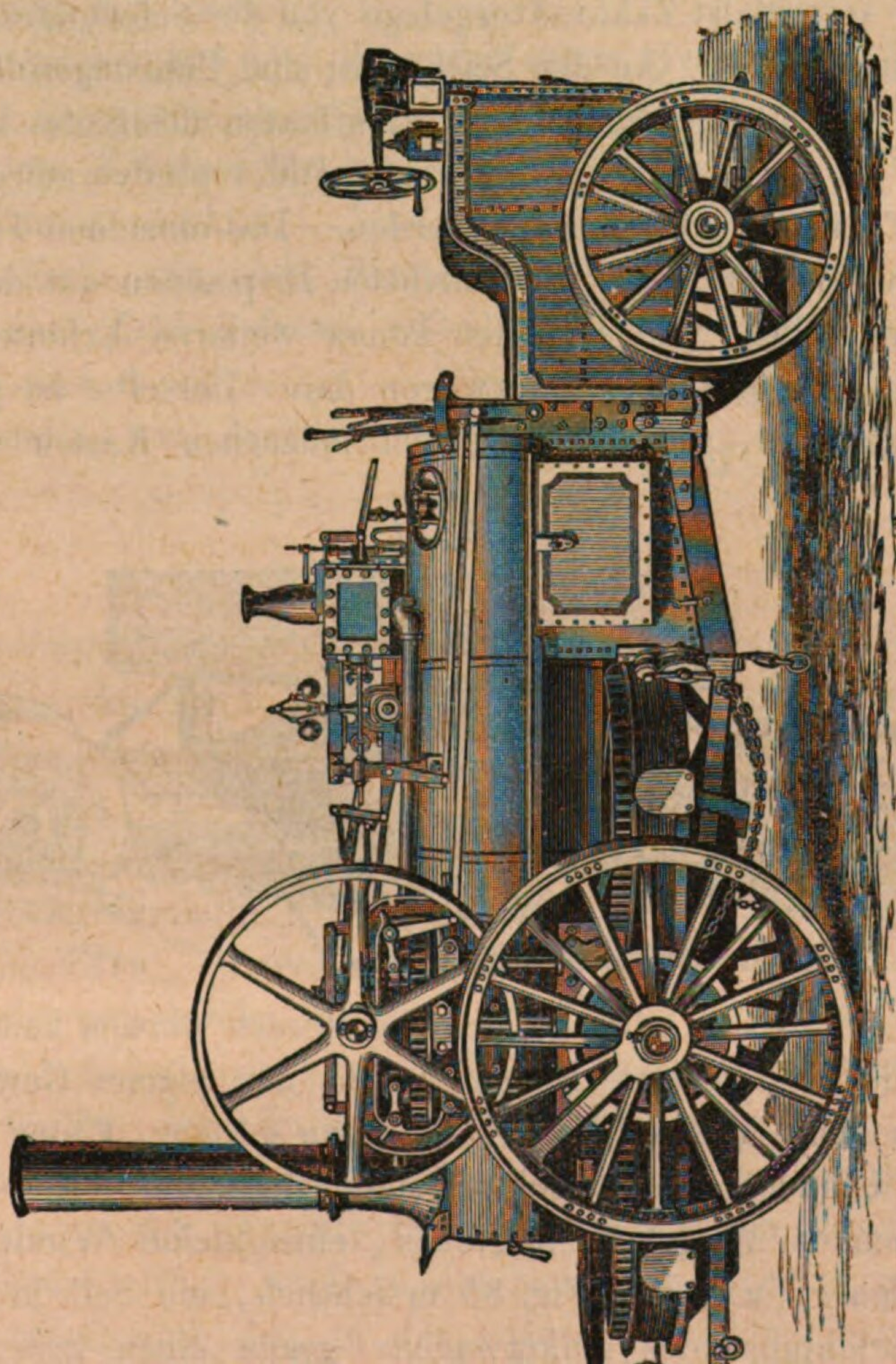


Fig. 85.

In punktirten Linien zeigt Fig. 85 noch, in

1) Dieses System hat erst in neuester Zeit die vorliegende Gestaltung angenommen. Bis vor Kurzem befand sich an der Maschine ebenso wie an dem Ankerwagen eine Seilscheibe, und zwar erstere von ganz eigenthümlicher Konstruktion. Der Umfang derselben bestand aus einer grossen Anzahl einzelner Klappen, deren Anordnung ein Festklemmen des in der Rinne liegenden Seiles bewirkte. Das Seil war hier also ein endloses, und bewegte sich wie ein Riemen über zwei Riemenscheiben. Diese Anordnung machte eine etwas komplicirte und nicht immer zuverlässig wirkende Spannvorrichtung am Pfluge nothwendig, welche bei der neueren Anordnung in Wegfall kommt, da die Spannung nunmehr durch Bremsen an den Windetrommeln α und β herbeigeführt wird.

welcher Weise die Apparate des Ankerwagensystemes für eine ähnliche Disposition wie bei dem Howard'schen Dampfpfluge benutzt werden können. Die Maschine steht hier während der Bearbeitung des vom Seile umspannten Ackerstückes fest, wäh-


Fig. 86.

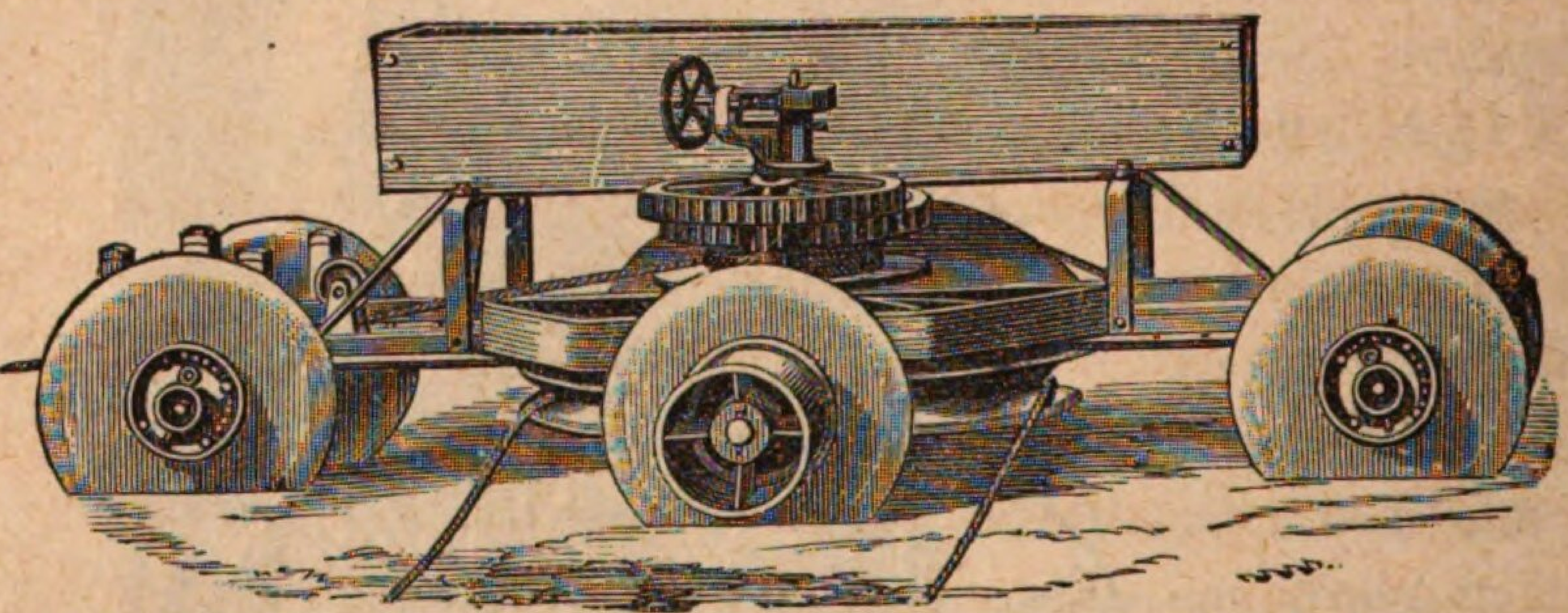
rend abwechselnd der Ankerwagen und eine Seilrolle in dem Maasse, als die Arbeit vorwärts schreitet, versetzt werden.

Die Strassenlokomotive dieses Systemes ist in Fig. 86 dargestellt. Die der Rauchbuchse zunächst liegenden Räder sind

die von der Maschine betriebenen Hinterräder, während die Vorderräder unter dem Tender angebracht sind. Letztere sind mit einer entsprechenden Steuervorrichtung versehen. Die Seilkörbe liegen in einem starken Rahmen unter dem Kessel, und werden vermittelst Zahnradvorgelege von der Schwungradwelle in Bewegung gesetzt. An den Seilkörben sind Führungsrollen angebracht, welche ein gleichmässiges Auflaufen des Seiles bewirken, und zu diesem Zwecke mittelst eines Differentialvorgeleges langsam auf- und nieder bewegt werden. Die einzelnen Theile der Maschine sind in ihrer wesentlichsten Disposition aus der Zeichnung ersichtlich, und bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

Fig. 87 stellt den Ankerwagen dar. Derselbe ist ganz aus Eisen gefertigt, jedoch mit einem hölzernen Kasten versehen,

Fig. 87.



welcher mit Erde oder Steinen beschwert werden kann, wenn die Räder auf festem Boden durch das eigene Gewicht des Wagens nicht hinlänglich tief einsinken sollten. Unter der Seilscheibe befindet sich, durch ein, die Bewegung erheblich verlangsamendes Vorgelege betrieben, eine kleine Windetrommel, von welcher, wie aus Fig. 85 ersichtlich, ein Seil in der Bewegungsrichtung des Ankerwagens gegen einen festen Anker hin ausgeworfen ist. Man ist nun im Stande, vermittelst einer, durch eine Kurbel leicht zu handhabenden Bremse die Seiltrommel beliebig in Verbindung mit der Achse der Seilscheibe zu bringen, oder dieselbe zu lösen. Wird die Seilscheibe in entsprechender Richtung in Umdrehung versetzt, so windet sich das Seil, welches gegen den im Boden befestigten Anker aus-

geworfen wird, auf. Es hat dies natürlich zur Folge, dass der Ankerwagen gegen den festen Anker fährt; ist derselbe um die Breite der gezogenen Furchen vorwärts gerückt, so wird die Bremse gelöst, der Betrieb der Seiltrommel hört auf, und der Ankerwagen steht still.

Ebenso wie bei dem Howard'schen Systeme ist das Seil auch hier in angemessenen Entfernungen durch Tragrollen unterstützt, deren Konstruktion von den Howard'schen im Wesentlichen nicht abweicht.

Zur Bedienung eines Dampfpfluges nach dem Ankerwagensysteme sind drei Arbeiter erforderlich; der Maschinist, und zwei Arbeiter beim Anker und beim Pfluge; ferner 2 Jungen zum Einstellen und Auslösen der Seilträger.

c) Das Zweimaschinen-System.

Die Disposition des Zweimaschinen-Systemes ist in Fig. 88 dargestellt. An jedem Ende des Ackerstückes befindet sich eine Lokomotive mit einer unter dem Kessel angebrachten Windetrommel. Das Seil wird von beiden Trommeln nach dem Kultivator geführt, so dass dieser sich abwechselnd von der einen zur anderen Maschine bewegen kann. Die Windetrommel derjenigen Maschine, zu welcher der Kultivator sich hinbewegt, ist in Betrieb, und windet das Seil auf; die Trommel der anderen Maschine befindet sich während dieser Zeit lose auf ihrer Achse, und wirft das dem Kultivator nachfolgende Seil aus. Nach dem Anlangen des Pfluges bei der arbeitenden Maschine fährt diese stets um die doppelte Breite der gezogenen Furchen vor, der gewendete Pflug wird in die neue Furchenreihe gesteuert, worauf der Betrieb der an der anderen Maschine befindlichen Windetrommel eingerückt wird u. s. w.

Hier haben wir also einen Apparat, dessen Aufstellung in kürzester Zeit bewerkstelligt werden kann. Unmittelbar nachdem die Maschinen ihren Platz eingenommen haben, und der Pflug mit den beiden Seilenden verbunden ist, kann die Arbeit beginnen.

Die Seilträger fallen fort, da durch das Bremsen der losen Trommel stets eine angemessene Spannung des Seiles herbeigeführt werden kann.

Dieses System wird zumeist das Fowler'sche genannt, und wohl auch mit Recht; denn Fowler hat demselben durch die vortreffliche Ausbildung der einzelnen Theile seine grosse praktische Bedeutung gegeben. Bereits früher wurde dasselbe von Savory angewendet, dessen Dampfpflug wohl recht sinnreich erdacht, aber für die Praxis ungeeignet war. Bekanntlich ist es ein erheblicher Uebelstand aller Dampfpflüge, bei welchen das Seil auf Windetrommeln aufgewunden wird, dass mit jeder Seillage, welche auf- oder abgewickelt wird, der Durchmesser der Trommel vergrössert oder verkleinert wird, dass somit die Umfangsgeschwindigkeit sich stetig ändert, wenn die Dampfmaschine mit gleichmässiger Geschwindigkeit arbeitet. Fowler und Howard haben diesen Uebelstand durch mehr oder minder komplicirte Konstruktionen zu verhindern gesucht, Savory wollte denselben jedoch dadurch vermeiden, dass er der Trommel einen grossen Durchmesser und eine bedeutende Länge gab, um nur eine Seillage auf der Trommel aufzuwinden. Die Trommel wurde um den cylindrischen Theil des Dampfkessels gelagert, der innere Umfang derselben durch eine Anzahl kleiner Laufrollen unterstützt. Hierdurch war in der That der eben geschilderte Uebelstand vermieden, aber es stellte sich der wesentliche Nachtheil heraus, dass sich durch die Wärmeausdehnung des Kessels die Leitrollen in radialer Richtung von der Kesselachse entfernten, und nunmehr gleichsam wie Bremsen gegen den inneren Umfang der Trommel drückten. Die Maschine ging um



Fig. 88.

so schwerer, je höher die Dampfspannung gesteigert wurde.

Die Lokomotive des Zweimaschinen-Systemes nach Fowler'scher Konstruktion zeigt Fig. 89, und zwar in einem Exem-

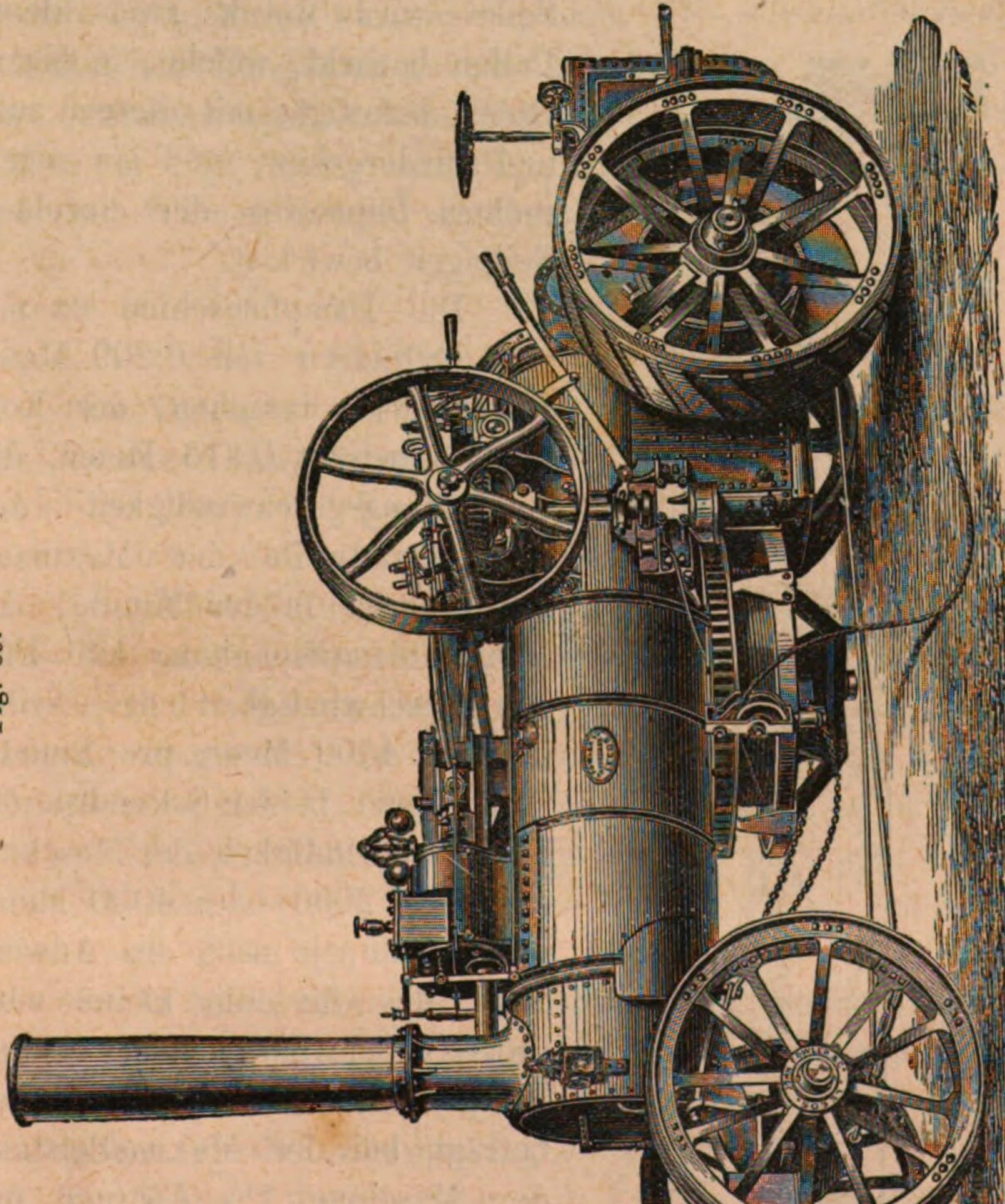
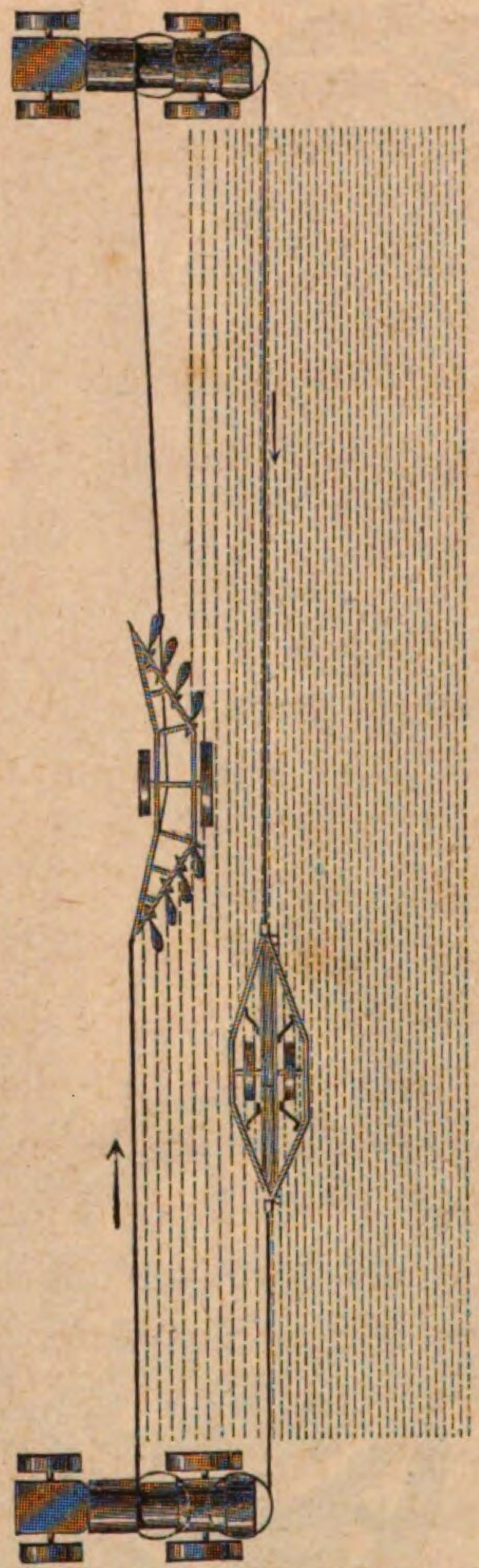


Fig. 89.

plare von 14 Pferdekraft. Die Windetrommel ist wiederum unter dem Kessel und auf vertikaler Achse gelagert. Diese Disposition gewährt gegenüber der Howard'schen Anordnung, bei welcher die Trommel auf horizontaler Welle ruht, den Vorzug, dass

der Ablauf des Seiles unabhängig von dem Stande der Maschine unter beliebigem Winkel erfolgen kann, während bei der Howard'schen Anordnung die Ableitung des Seiles nur in der Ebene der Trommel möglich ist. Die Führung des Seiles wird durch zwei kleine Rollen bewirkt, welche, in einem Hebel befestigt, mit diesem auf- und niedergehen, und ein regelrechtes Deponiren der einzelnen Seillagen bewirken.


Fig. 90.

Die Dampfmaschine ist mit zwei Cylindern von 0,209 Meter Durchmesser versehen, der Kolbenhub beträgt 0,313 Meter, die Umdrehungsgeschwindigkeit der Schwungradwelle im Maximum 220 Touren in der Minute, die Maximaldampfspannung 120 Pfd. Die Geschwindigkeit des Seiles ist etwa 4500 Meter pro Stunde, (1,24 Meter in der Sekunde), die Fahrgeschwindigkeit der Maschine entweder 2000 oder 4000 Meter pro Stunde, je nach der Anwendung des für die kleine oder grosse Geschwindigkeit bestimmten Vorgeleges. Der Kohlenverbrauch beträgt bei der Maximalleistung der Maschine $1^1/_2$ Centner pro Stunde, das erforderliche Wasserquantum pro Tag in 10 Arbeitsstunden 9000 Liter, welche in fünf Fuhren herbeigeschafft werden können.

Es lag sehr nahe, dass man, als das Zweimaschinen-System seinen praktischen Werth erwiesen hatte, Versuche machte, um gleichzeitig zwei Kultivatoren mit demselben zu betreiben. Es

wäre dies in der That die vollkommenste Ausnutzung des Anlagekapitals, da beide Maschinen kontinuirlich arbeiten könnten und sich somit die doppelte Leistung ergeben müsste. In der Praxis hat sich jedoch, wie bereits oben hervorgehoben, diese Erwartung nicht vollkommen bestätigt. Fowler's System, bei welchem ein Pflug und gleichzeitig ein darauf folgender Grubber betrieben wird, ist in Fig. 90 dargestellt. Die Betriebsmaschinen sind ebenso wie diejenigen des Ankerwagensystemes mit zwei Windetrommeln versehen.

d) Die Bodenbearbeitungsinstrumente.

Der vorzüglichste Pflug für die Dampf-Bodenkultur ist der Fowler'sche Balancirpflug, Fig. 91. Derselbe wird je nach dem Tiefgange für 2 bis 6 Furchen konstruirt. In der vorliegenden Anordnung ist der Sechsfurchen-Pflug mit Kentischen Streichbrettern dargestellt, welcher den Boden zu einer Tiefe von 25 Centimeter bearbeitet. Der Pflug kann durch Hebung und Senkung des Land- und Furchenrades für den Tiefgang eingestellt, durch Drehung der Räder um eine Vertikalachse eingelenkt, und mit seinem Gestell in der Weise gedreht werden, dass die vordere schwebende Seite heruntergedrückt und betriebsfähig wird. Das Gestell ist derartig abbalancirt, dass nur durch das Uebergewicht des Arbeiters, welcher auf jeder Seite des Kultivators Platz nehmen kann, ein Senken der betreffenden Hälfte stattfindet, wodurch also die andere Seite, welche die Furchen nach entgegengesetzter Richtung ziehen würde, schwebend gehalten wird.

Die Abmessungen einiger von Fowler gefertigten Balancirpflüge sind folgende:

1) Der dreischarige Pflug zum Tiefpflügen. Die Entfernung der Scharspitze von dem Ende des nach aussen etwas konvexen Streichbrettes beträgt 1,62 Meter, dessen Breite 0,29 Meter. Der senkrecht gemessene Höhenabstand der hinteren und oberen Seite des Streichbrettes von der Pflugsohle beträgt 0,65 Meter. Der Abstand der einzelnen Schare von

einander 0,30 Meter, der Abstand der Streichbretter von der Landseite 0,40 Meter. Der Pflug gestattet daher drei Erdstreifen von je 0,30 Meter Breite und mindestens 0,60 Meter Höhe

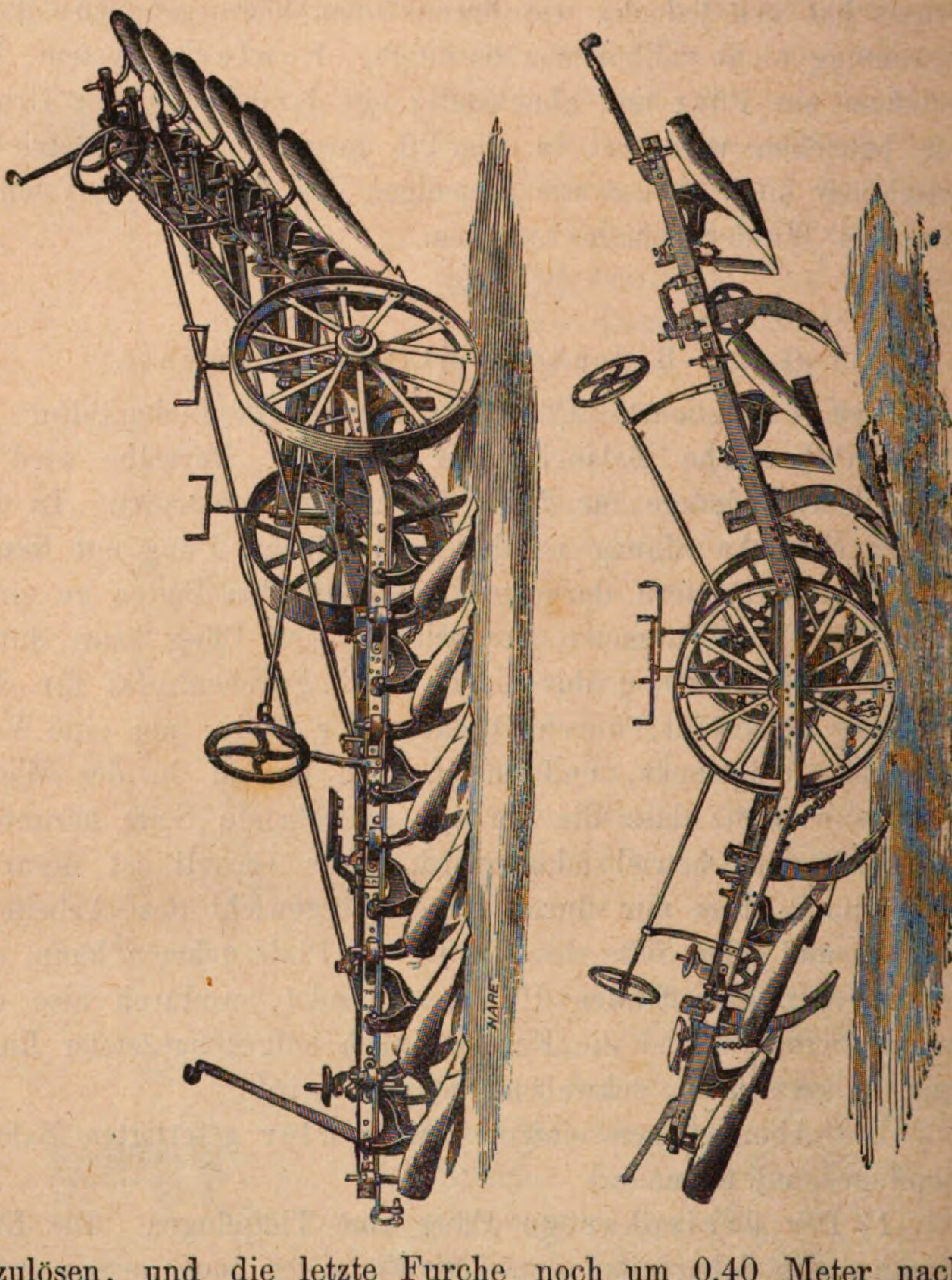


Fig. 91 und 92.

abzulösen, und die letzte Furche noch um 0,40 Meter nach rechts zu verschieben.

2) Der *vierscharige Pflug* mit 1,08 Meter Breite.
3) Der *fünfscharige Pflug* „ 1,14 „ „
4) Der *sechsscharige Pflug* „ 1,58 „ „

Fig. 92 stellt den zweischarigen Untergrund-Balancirpflug dar, welcher den Boden in sehr beträchtlicher Tiefe auflockert, und gleichzeitig mittelst der angebrachten Streichbretter ein regelrechtes Wenden der Erdstreifen bewirkt. Die

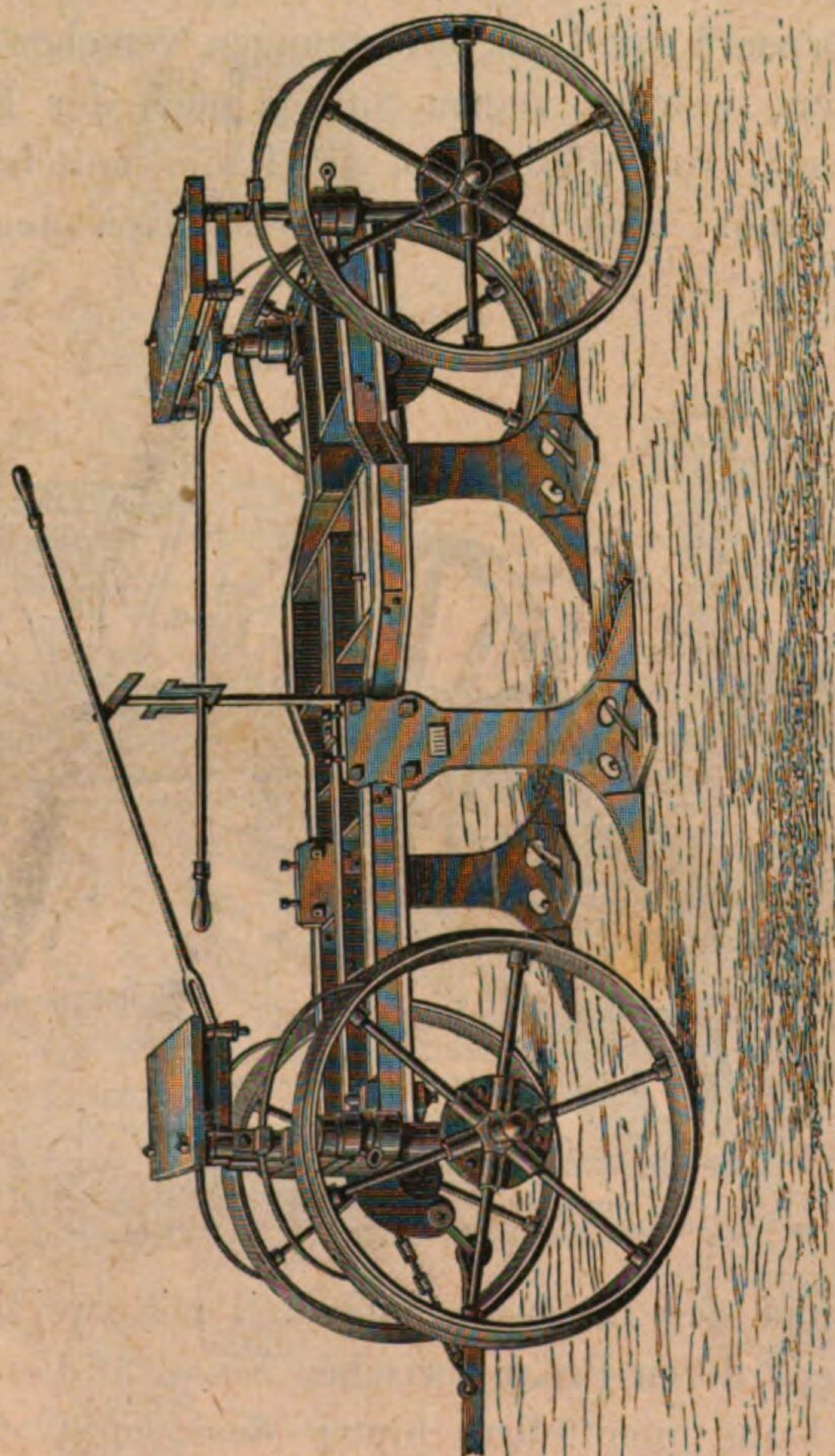


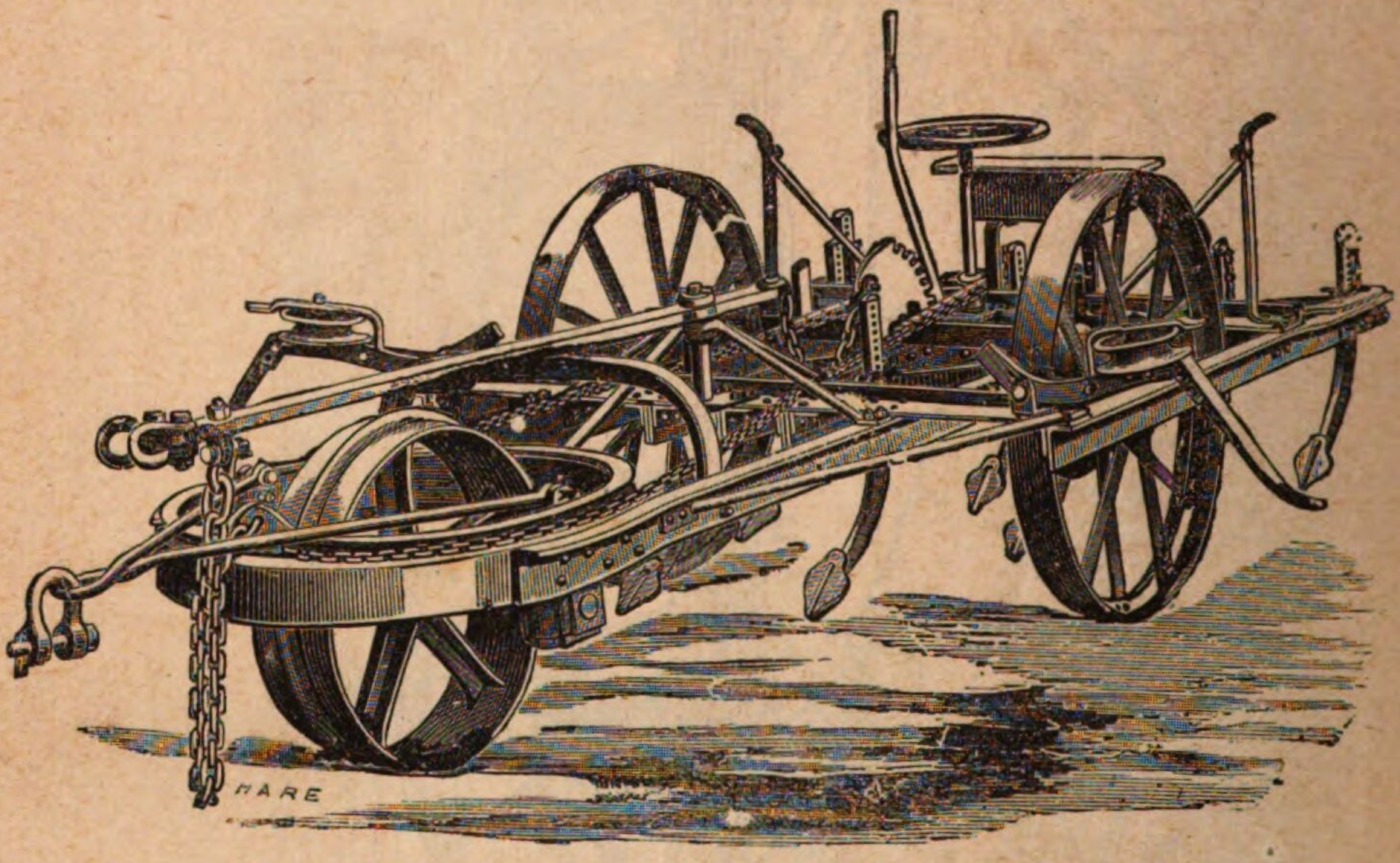
Fig. 93.

Lenk- und Stellvorrichtungen stimmen im Wesentlichen mit denjenigen der gewöhnlichen Balancirpflüge überein.

Von den Grubbern und Kultivatoren führen wir zunächst den vortrefflichen Howard'schen Grubber an, welcher in Fig. 93 dargestellt ist. Die einzelnen Grubberschare sind derartig eingerichtet, dass sie nach beiden Seiten arbeiten können; die

Scharstiele sind in dem schmiedeeisernen Gestell derartig befestigt, dass sie sich um ein Geringes neigen können, so dass das Schar stets unter einem möglichst günstigen Winkel in den Boden eindringt, und das hintere Schar in die Höhe steht. Der Apparat ruht in einem vierrädrigen Wagen, bei welchem beide Räderpaare mit Lenkvorrichtungen versehen sind, so dass der Arbeiter, welcher seinen Sitz je nach der Bewegungsrichtung wechselt, von diesem aus die Räder mittelst eines Hebels einlenken kann. Das Geräth wird je nach dem gewünschten

Fig. 94.



Tiefgange und der Bodenbeschaffenheit mit zwei bis fünf Scharen versehen, deren Breite zwischen 5 und 33 Centimeter variirt.

Man kann unmittelbar hinter dem Kultivator eine Egge folgen lassen, um die durch den ersteren herausgehobenen Erdschollen zu zerkleinern.

Fowler fertigt die Kultivatoren entweder nach dem Balancirsysteme oder nach dem in neuerer Zeit sehr beliebten Wendesysteme. Einen Grubber letzterer Art stellt Fig. 94 dar. Derselbe ist mit einer Einrichtung versehen, durch welche beim Wenden an den Enden des Ackers sämmtliche Zinken selbst-

thätig aus dem Boden gehoben werden. Zu dem Ende sind die Räder des Instrumentes auf einer gekröpften Achse aufgesteckt, welche in dem Gestell gelagert ist. Sobald die Achse in entsprechender Weise gedreht wird, hebt sich der Rahmen

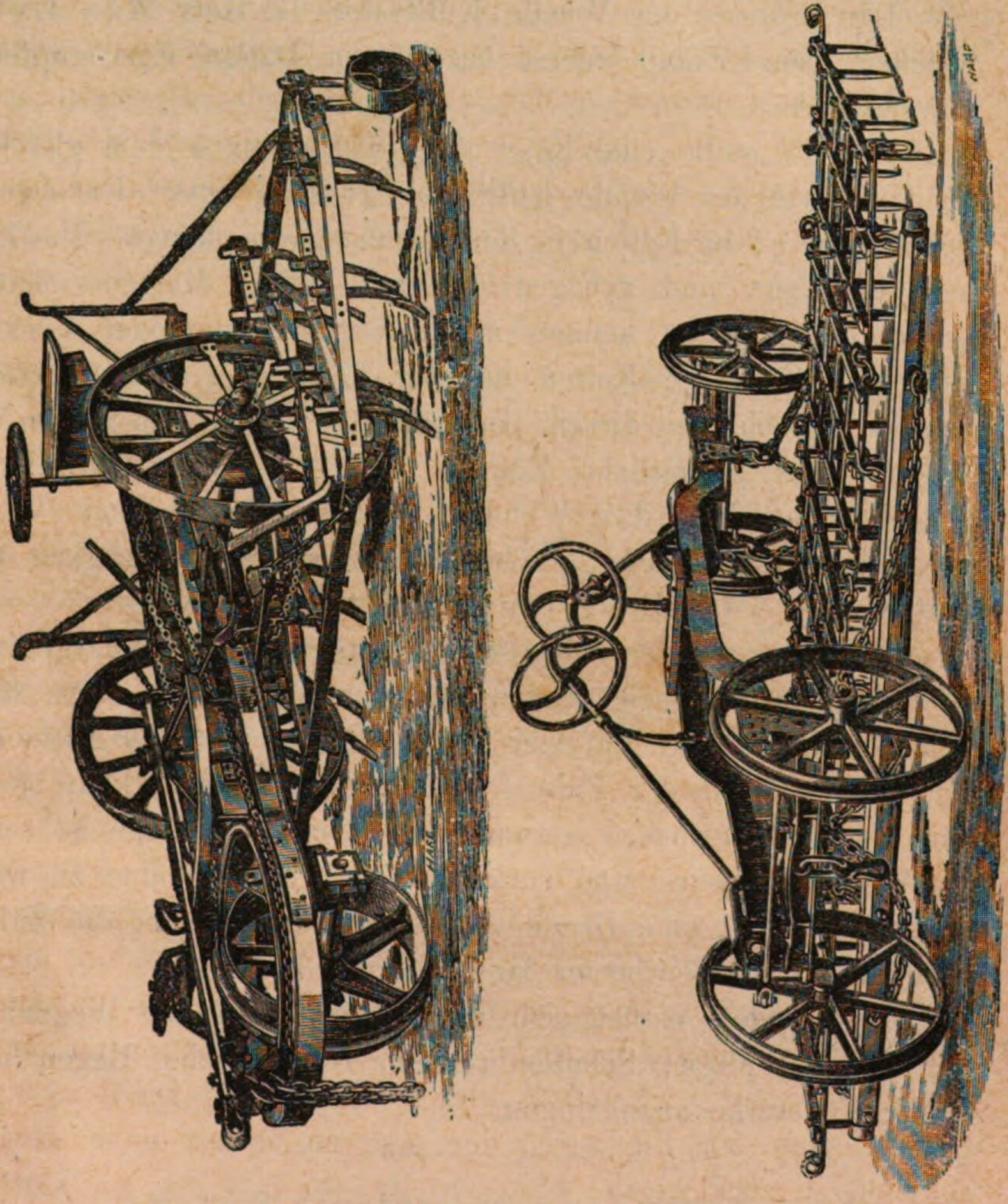


Fig. 95 und 96.

und mit ihm die Zinken. Diese Drehung der Achse erfolgt selbstthätig durch eine Hebel- und Kettenübertragung vermittelst eines gezahnten, auf der Achse sitzenden Quadranten. Der Zug des Seiles bewirkt nach dem Einlenken des Instrumentes die Aushebung der Zinken in der geschilderten Weise.

Der Wende-Kultivator ist nur bei dem Zweimaschinen-Systeme anwendbar, da zum Zwecke des Wendens abwechselnd die eine oder andere Maschine eine Strecke vorwärts fahren muss.

Der Erfinder des Wende-Kultivators ist Herr Max Eyth, welcher das Princip zuerst bei seinem Dampf-Furchenpfluge anwendete.[1]

Fig. 95 stellt eine Egge dar, welche nach dem gleichen Principe wie der Wende-Kultivator konstruirt ist. Die eigentliche Egge ist in Ketten in dem Rahmen aufgehängt. Die Zinken der Egge sind gebogen und mit kleinen Hartgussscharen armirt. Die Eggen können durch Verlängerung oder Verkürzung der Aufhänge-Ketten beliebig hoch oder tief eingestellt werden. Auch bei diesem Instrumente werden am Ende des Ackerstückes sämmtliche Zinken selbstthätig aus dem Boden gehoben, so dass das Wenden, welches in gleicher Weise wie bei dem Kultivator geschieht, mit grosser Leichtigkeit von Statten geht. Die Breite der Egge beträgt 4,7 Meter.

Eine Egge anderer Konstruktion ist in Fig. 96 dargestellt. Hier hängen die sechs Eggenrahmen an Ketten in einem starken Gestell, welches auf vier Rädern ruht. Von der Mitte des Gestells aus, wo der Führer seinen Platz nimmt, kann jedes der beiden Räderpaare gesteuert werden. Die Egge ist somit im Stande, vorwärts und rückwärts zu arbeiten, ohne zu wenden. Sie erhält eine Breite von 4,7 bis 5,6 Meter; die Zähne sind 31 bis 33 Centimeter lang.

Das Gestell eignet sich auch dazu, um nach Wegnahme der Egge Walzen, Schollenbrecher, Norwegische Eggen und ähnliche Geräthe anzubringen.

c) Kritik der verschiedenen Systeme.

Wenn wir uns hier nur mit der Beurtheilung der besprochenen Systeme befassen, und alle übrigen vorgeschlagenen

1) Vergl. Max Eyth, Das Agricultur-Maschinenwesen in Aegypten, S. 632 u. f. Die Mittheilung im Kultur-Ingenieur, Bd. II, S. 278 über die Erfindung des Wende-Kultivators beruht jedenfalls auf einem Irrthume.

nicht weiter in Betracht ziehen, so hat dies darin seinen Grund, dass keines der vielen anderen Systeme sich in der Praxis auch nur einigermassen bewährt hat.[1]

Für deutsche Verhältnisse mag wohl zunächst das Howard'sche System vieles Bestechende haben. Eine gewöhnliche Lokomobile, sehr einfache Apparate, geringe Anschaffungskosten. Dem gegenüber stehen jedoch wiederum nicht unbeträchtliche Nachtheile: Geringe Leistung, namentlich gegenüber dem Zweimaschinen-Systeme, Schwierigkeiten und erhebliche Zeitverluste beim Transportiren und Umsetzen der Apparate auf ein neues Ackerstück. Hierdurch muss dieses System für das Miethpflügen von vorn herein ausgeschlossen werden, wo eine möglichst grosse quantitative Leistung und ein schnelles Umsetzen der Apparate ohne Spannvieh verlangt wird. Im Uebrigen ist die Arbeit des Howard'schen Dampfpfluges eine gleich gute wie die der anderen Systeme. Es wird demnach wesentlich von den allgemeinen wirthschaftlichen Verhältnissen und namentlich von dem zur Verfügung stehenden Kapitale abhängen, ob einzelne Besitzer dieses oder eines der kostspieligeren, dafür aber auch leistungsfähigeren Systeme benutzen wollen.

In England sind etwa 600 Dampfpflüge des Howard'schen Systemes in Thätigkeit.

Das Fowler'sche Ankerwagensystem möchte ich am Wenigsten empfehlen, trotzdem es durch die Beseitigung der Klappentrommel nicht unerheblich verbessert wurde. Der Ankerwagen ist durchaus keine vollkommene Maschinerie; in hartem Boden sinkt er nicht tief genug ein, so dass er dem Zuge des Seiles nicht den gehörigen Widerstand entgegensetzt. Der Apparat zum Vorwärtsbewegen desselben längst des Kopfendes des Ackers ist zu komplicirt und versagt leicht seinen Dienst. Die Aufstellung der Apparate ist ebenfalls zeitraubend, wenn auch

1) Ich hoffe auch, dass man mich nicht der Unvollständigkeit zeihen wird, wenn ich hier das Fisken'sche System mit stationärer Dampfmaschine auf dem Wirthschaftshofe übergehe. Dasselbe wird sicherlich, trotz der begeisterten Lobsprüche, die ihm selbst von deutschen Schriftstellern — ebenso wie weiland dem Halkett'schen Systeme — zu Theil wurde, bald wieder den Weg gehen, den so viele Dampfpflüge vordem bereits passirt haben, den Weg durch — den Kupolofen.

nicht in dem Maasse wie bei dem Howard'schen Dampfpfluge. Die Leistung ist nicht grösser als bei diesem, dagegen der Preis ein beträchtlich höherer.

Das Zweimaschinen-System ist unstreitig als das vollkommenste zu bezeichnen. Trotz des sehr hohen Preises findet es von Jahr zu Jahr immer umfassendere Verbreitung. Es besitzt den grossen Vorzug, dass das Aufstellen der Apparate und das Transportiren derselben mit dem geringsten Zeitverluste von Statten geht, dass hierzu kein Spannvieh benutzt zu werden braucht, und dass die Arbeit unmittelbar darauf beginnen kann, nachdem die Maschinen ihren Platz eingenommen haben, und der durch eine der Maschinen selbst an Ort und Stelle geführte Kultivator in die Seile eingehängt ist. Ausserdem ist die quantitative Leistung erheblich höher als bei den älteren Systemen, ein Umstand, welcher für die meisten Verhältnisse dieses System als das geeignetste erscheinen lassen muss.

So wird man überall da, wo ein strenger, früh eintretender Winter zur zeitigen Einstellung der Pflugarbeit zwingt, stets das Zweimaschinen-System wählen müssen. Die höheren Kosten werden ausgeglichen werden müssen durch angemessene Beschäftigung der Lokomotiven während der Zeit, in welcher die Pflugarbeit ruht.

In der Konstruktion der Dampfpflüge des Zweimaschinen-Systemes hat man zur Zeit die Richtung eingeschlagen, möglichst kräftige Maschinen herzustellen, sowohl um die Leistung so hoch als irgend möglich zu bringen, als auch, um den Boden zu einer grösseren Tiefe zu bearbeiten. Bis vor wenigen Jahren wendete man Lokomobilen und Lokomotiven von 10 bis 12 Pferdekraft zum Betriebe der Dampfkultivatoren an. Heutigen Tages werden bei dem Zweimaschinen-Systeme zumeist Lokomotiven von 14 Pferdekraft benutzt; in einigen Fällen verstärkte man die Maschinen auf 25 bis 30 Pferdekraft. Ich habe bereits früher vor der Beschaffung dieser ausserordentlich schweren Maschinen gewarnt,[1] weil dieselben durch das hohe Gewicht an

1) Die Dampf-Bodenkultur. S. 31.

ihrer Transportabilität erheblich einbüssen. Dies hat sich durch die Praxis auf's Vollständigste bestätigt; mir liegt ein Bericht der Arbeit eines Fowler'schen Dampfpfluges mit 2 Maschinen von 25 Pferdekraft vor, welche einzeln 500 Centner wogen, und fortwährend in Folge dieses hohen Gewichtes ihren Dienst versagten; selbst auf leidlich guten Wegen war die Transportabilität erheblich beschränkt. Ich kann nur auf's Eindringlichste vor der Beschaffung derartiger, für die Praxis nahezu unbrauchbarer Maschinen warnen. Man muss sich für die meisten Verhältnisse mit Strassenlokomotiven von 14 Pferdekraft begnügen; die Gelegenheit, diese Maschinen einmal einsinken zu sehen, wird man auch schon finden, da die bisherigen Konstruktionen diesen Uebelstand noch keinesweges vollständig vermeiden.

f) Vorzüge und Hindernisse der Dampf-Bodenkultur.

Von Jahr zu Jahr mehren sich die Stimmen derjenigen, welche die Einführung der Dampf-Bodenkultur in die deutsche Landwirthschaft für vollkommen an der Zeit halten. Ebenso verstummen die Gegner nach und nach, und überzeugen sich von dem grossen Werthe dieser neuen Kulturmethode für bestimmte Verhältnisse. Bei der Beurtheilung der Frage, in welchen Fällen und nach welchem Betriebsmodus die Benutzung des Dampfpfluges bereits jetzt empfehlenswerth sei, müssen wir zunächst im Allgemeinen diejenigen Umstände hervorheben, welche für, und diejenigen, welche gegen den Dampfpflug sprechen.

Die Vorzüge der Dampfkultur gegenüber der Spannkultur sind namentlich in folgenden Momenten zu suchen:

1) Es ist zweifellos, und wird auch von keiner Seite bestritten, dass die Arbeit des Dampfpfluges eine weitaus bessere ist als die des Spannpfluges. Vor Allem liegt dies an der höheren Geschwindigkeit, welche ein gründliches Ueberwerfen der Erdschollen bewirkt. Der Boden wird hoch aufgeworfen, so dass die harten Erdklösse beim Niederfallen vollständig zer-

trümmmern. Am deutlichsten zeigt sich der Vorzug des Dampfpflügens bei der Bearbeitung eines nassen Bodens. Hier klatscht beim Arbeiten des Spannpfluges Furche auf Furche; von einem wirklichen Oeffnen des Bodens zum Zwecke der Einwirkung der Luft, des Frostes u. s. w. ist keine Rede. Der Dampfpflug, vor Allem aber der Dampfgrubber, öffnet einen solchen Boden auf's Vollständigste; die einzelnen Schollen werden vollständig übereinander geworfen, so dass der Acker nahezu das Ansehen eines Gletscherfeldes erhält. Dass hier bei gutem Froste im Winter und späterer Nacharbeit mittelst der Dampfegge der Boden eine ganz andere Struktur, eine weit grössere Mürbigkeit erhält, zeigt die oberflächliche Besichtigung derartiger Aecker.

Für die Beurtheilung der qualitativen Arbeit des Dampfpfluges muss man ferner berücksichtigen, dass mit dem Wegfalle der Zugthiere jeder Fusstritt auf dem gepflügten Acker vermieden wird. Man macht sich in der Regel nicht klar, welchen nachtheiligen Einfluss die Hufe der Zugthiere auf den Boden ausüben. Vier Ochsen am Pfluge verursachen bei einer Furchenbreite von 31 Centimeter mehr als 400,000 Fusstritte pro Hektar, also pro Quadratmeter etwa 40 Tritte; hierzu kommen noch die Tritte beim Eggen, Grubbern, Walzen und Säen. Die breiten Hufe der schweren Zugthiere kneten und pressen den Boden immer wieder zusammen, so dass man in der That staunen muss, dass diese Behandlung das Wachsthum der Pflanzen nicht noch mehr behindert.

Die bessere Arbeit des Dampfpfluges spricht sich in einer grösseren Erntesicherheit und in höheren Ernteerträgen aus; es ist dies überall da nachgewiesen, wo der Dampfpflug mehrere Jahre hindurch in Betrieb war.

2) Ein weiterer Vorzug des Dampfpfluges besteht darin, dass man die Bodenbearbeitung rechtzeitig beginnen und vor Eintritt des Spätherbstes beendigen kann. Unmittelbar nach der Ernte, also zu einer Zeit, in welcher in den meisten Wirthschaften weder Arbeiter noch Spannvieh zum Pflügen verfügbar sind, ist man im Stande, mit dem Umbrechen der Felder zu

beginnen. In der Regel beginnt das Stoppelpflügen erst, nachdem die günstigste Zeit verstrichen, oft nur an den Tagen, in welchen andere Arbeiten wegen zu schlechter Witterung ruhen müssen. Dass ein Boden, welcher unmittelbar nach dem Abernten den wohlthätigen Einwirkungen der Atmosphäre blos gelegt wird, eine ganz andere Struktur annimmt, als wenn er bis zum Spätherbste geschlossen liegt, bedarf hier keiner weiteren Ausführung.

3) Der Dampfpflug verlängert die Bestellzeit, d. h. in Zeiten, in welchen das Vieh wegen der vorhandenen Feuchtigkeit noch zu tief einsinkt, lässt sich der Boden mit dem Dampfkultivator bereits ganz vortrefflich bearbeiten. Im Spätherbste, wenn sonst die Arbeit eingestellt werden müsste, arbeitet der Dampfpflug noch ohne erhebliche Schwierigkeiten, so dass die Bodenbearbeitung vor Eintritt des Winters beendigt werden kann. Namentlich für Gegenden, in welchen der Winter sehr zeitig eintritt, ist dieser Vortheil des Dampfpfluges gebührend zu berücksichtigen.

Gehen wir nunmehr auf diejenigen Umstände näher ein, welche der Einführung des Dampfpfluges hinderlich sind, so treten uns hier zunächst

1) Die hohen Anschaffungskosten desselben entgegen. Ein Fowler'scher Dampfpflug nach dem Zweimaschinen-Systeme mit Maschinen von 14 Pferdekraft kostet mit allem Zubehör an Seilen und Bodenbearbeitungsgeräthen 11000 Thlr. (ab Fabrik); hierzu kommt noch die Fracht, welche etwa 1000, und die Steuer, welche für den Zollverein etwa 900 Thaler beträgt.[1] Wenn man berücksichtigt, dass die Amortisationskosten stets sehr hoch angesetzt werden müssen, so möchte eine Rentabilität des Dampfpfluges auf den ersten Blick höchst zweifelhaft erscheinen. Und doch lässt sich leicht zeigen, dass selbst bei ungünstigem Kalkül diese fast immer gesichert ist. Man

1) Genauere Angaben über Fracht und Steuer der Dampfpflüge sowie über den eigenthümlichen Modus bei Berechnung der letzteren habe ich im Mentzel & Lengerke'schen Kalender von 1871, S. 50 gemacht.

muss hierbei nur in Betracht ziehen, dass die Vortheile des Dampfpfluges keinesweges in der billigeren, sondern in der rechtzeitigen und weitaus besseren Arbeit gegenüber dem Spannpfluge liegen, welche, wie bereits hervorgehoben, oft bereits nach einem Jahre, sicher aber nach einer Reihe von Jahren, dauernd höhere Ernteerträge schaffen muss.

Die Einführung des Dampfpfluges kann in verschiedener Weise erfolgen. Entweder ein einzelner Besitzer beschafft denselben für seine eigene Wirthschaft, oder ein Unternehmer zieht mit demselben herum, um ihn gegen Lohn arbeiten zu lassen. Im ersteren Falle kann zuweilen die Rentabilität zweifelhaft erscheinen, namentlich, wenn der Pflug nicht ausreichende Beschäftigung hat, und so die Kosten auf eine zu geringe Anzahl von Tagen vertheilt werden müssen. Die zweite Methode, welche in den letzten Jahren in mehreren Gegenden Deutschlands in's Leben gerufen, und in England bereits seit 1862 sehr verbreitet ist, hat sich schnell Anerkennung verschafft. Die Unternehmer haben dabei fast immer ihre Rechnung gefunden, vorausgesetzt, dass die Apparate andauernd beschäftigt, die Leitung eine sachverständige und die Konstruktion des Apparates den betreffenden Wirthschaftsverhältnissen entsprechend war. In dem folgenden Abschnitte soll die Berechnung der Kosten eingehend dargelegt werden.

2) Man macht gegen die Anwendung des Dampfpfluges geltend, dass derselbe nicht überall arbeiten kann. Das ist richtig: überall da, wo sich erhebliche Terrainschwierigkeiten ergeben, wo sich viele und grosse Steine im Boden befinden, wo Baumwurzeln nicht vollständig ausgerodet sind, auf versumpften Aeckern, auf sehr kleinen Parcellen, ist der Dampfpflug nicht zu verwerthen. Das Entfernen der Steine, Ausroden der Wurzeln, das Trockenlegen der Aecker und schliesslich auch die Zusammenlegung der Grundstücke sind Meliorationen, welche der Einführung des Dampfpfluges vorangehen müssen. Zum Theil wird das Ausheben der Steine, wenn deren Dimensionen nicht zu bedeutende

sind, mittelst des von Fowler eigens hierzu konstruirten, durch Dampfkraft in Bewegung zu setzenden Grubbers bewirkt werden können. Das Instrument ist nach dem Balancirsysteme angeordnet, arbeitet mit zwei oder drei Zinken in sehr starken Dimensionen bis auf 50 Centimeter Tiefgang. Steine und Wurzeln sollen damit sicher herausgehoben werden. Immerhin aber beschränken die hier aufgeführten Hindernisse die Einführung des Dampfpfluges in erheblichem Maasse.

3) Ein weiteres Bedenken gegen die Benutzung des Dampfpfluges sind die mehr oder minder bedeutenden Reparaturen, welche bei keiner Maschine vermieden werden können, am wenigsten aber bei einer, welche wie diese so vielseitigen und veränderlichen Einflüssen ausgesetzt ist. In den meisten Fällen wird der Dampfpflug entfernt von grösseren Städten, in welchen sich Reparaturwerkstätten befinden, arbeiten müssen, und hier werden demnach am ehesten Stockungen eintreten und sich nachtheilig geltend machen. Bei manchen Reparaturen möchte es auch entschieden erwünscht sein, dieselben der Fabrik übergeben zu können, von welcher die Maschine ursprünglich ausgegangen ist, da sonst die Kosten für die Herstellung der Ersatztheile die Reparaturen erheblich vertheuern und die erneute Inbetriebsetzung bedenklich verzögert wird.

In der Praxis hat sich dieser Umstand jedoch nicht so nachtheilig geltend gemacht, als man ursprünglich befürchtete. Für die wichtigeren, leicht Brüchen und Beschädigungen sowie schneller Abnutzung ausgesetzten Theilen müssen bei der Beschaffung des Dampfpfluges Reservetheile bezogen werden, so dass hierdurch längere Stockungen beseitigt werden. Im Uebrigen werden die Dampfpflüge in neuerer Zeit derartig solide und in so dauerhaftem und widerstandsfähigem Material gefertigt, dass in der That bei gutem, verständigem Betriebe — ohne welchen überhaupt ein Dampfpflug nicht zu verwenden ist — die Reparaturen und die hierdurch verursachten Betriebsstörungen nur gering ausfallen. Bei etwaigem Reissen des Seiles, welches in neuerer Zeit stets aus Stahldrath gefertigt wird, werden die beiden Enden wie bei den gewöhnlichen Drathseiltransmissionen

zusammengespleisst (siehe Seite 134), zu welchem Zwecke die erforderlichen Werkzeuge dem Apparate beigegeben werden. Uebrigens kommt ein Seilbruch bei den neueren Dampfpflügen höchst selten vor; nur bei durchaus fehlerhaftem Betriebe, oder wenn der Kultivator auf einen starken Steinblock stösst, findet ein solcher statt.

4) Die Anlernung der Arbeiter verursacht in der ersten Zeit stets Schwierigkeiten, die jedoch binnen Kurzem überwunden werden. In der ersten Zeit werden freilich immer in Folge der Ungeübtheit der Arbeiter Störungen eintreten; es hat sich aber herausgestellt, dass einigermassen intelligente Arbeiter die Handhabung der Apparate in wenigen Wochen erlernen. In England benutzt man allgemein die ländlichen Arbeiter zur Bedienung des Dampfpfluges; in Aegypten, dem Lande, welches bereits 500 Dampfpflüge bezogen hat, von denen freilich ein Theil wieder ausser Betrieb gekommen, wird der Dampfpflug von den dortigen Fellahs zur Zufriedenheit bedient. Man darf demnach wohl mit Sicherheit darauf rechnen, dass unsre ländlichen Arbeiter keine unüberwindlichen Schwierigkeiten in der Handhabung der Apparate finden werden.[1]

g) Anschaffungskosten, Leistung und Betriebskosten.

Die Kosten der drei oben beschriebenen Systeme einschliesslich des Pfluges für die Tiefkultur und eines Flachpfluges sowie eines starken Kultivators specificiren sich folgendermassen:

1) Das Howard'sche System mit gewöhnlicher Lokomobile.

Lokomobile von 12 Pferdekraft mit 2 Cylindern	310 £	— *sh.*	— *d.*
Winde, sämmtliche Laufrollen, Seilträger, Betriebsvorrichtung für die Winde und 1460 Meter Drathseil . .	225 „	— „	— „
Balancirpflug (nach Howard) für 2 Furchen	50 „	— „	— „
desgl. für 4 Furchen	80 „	— „	— „
Kultivator (nach Howard) mit 5 Zinken	25 „	— „	— „
Reservetheile	15 „	— „	— „
Summa	705 £	— *sh.*	— *d.*

oder 4700 Thaler.

1) Die in der Provinz Sachsen arbeitenden Dampfpflüge werden durchgehends von deutschen Arbeitern bedient, wobei sich, nachdem die ersten unvermeidlichen Störungen überwunden waren, keine weiteren Schwierigkeiten ergeben haben.

2) Das Fowler'sche Ankerwagensystem.

Strassenlokomotive von 12 Pferdekraft mit Windeapparaten und allem Zubehör	620 £	— sh.	— d.	
Ankerwagen	55 „	— „	— „	
1100 Meter Drathseil	118 „	— „	— „	
20 Seilträger	25 „	— „	— „	
Balancirpflug für 3 Furchen	65 „	— „	— „	
desgl. für 4 Furchen	80 „	— „	— „	
Wendekultivator mit 5 Zinken	65 „	— „	— „	
Reservetheile	20 „	— „	— „	
Summa	1048 £	— sh.	— d.	

oder 6986 $^2/_3$ Thaler.

3) Das Zweimaschinen-System in Fowler'scher Konstruktion mit 2 Strassenlokomotiven zu je 14 Pferdekraft.

2 Maschinen mit allem Zubehör	1300 £	— sh.	— d.
730 Meter Drathseil	84 „	— „	— „
10 Seilträger	10 „	— „	— „
Balancirpflug für 3 Furchen	65 „	— „	— „
desgl. für 6 Furchen	95 „	— „	— „
Wendekultivator mit 9 Zinken	75 „	— „	— „
Reservetheile	30 „	— „	— „
Summa	1659 £	— sh.	— d.

oder 11060 Thaler.

Einschliesslich Steuer und Fracht (17 Procent) würden sich die Preise demnach in Deutschland folgendermassen stellen (abgerundet):

1) Howard'sches System	5500 Thlr.	— Sgr.	— Pf.
2) Fowler'sches Ankerwagensystem	8175 „	— „	— „
3) Zweimaschinen-System zu 14 Pferdekraft	12940 „	— „	— „

Die Leistung des letzteren Systemes, welches wir nunmehr, als das zur Zeit am besten geeignete, ausschliesslich in Betracht ziehen wollen, ergiebt sich nach den in den letzten Jahren in der Provinz Sachsen gemachten Erfahrungen auf dem sandigen Lehmboden, welcher hier vorherrschend ist, wie folgt:

Mit dem Dreifurchenpfluge zu	36 Centimeter	Tiefe	0,35	Hektaren pro Stunde
„ „ Sechsfurchenpfluge zu	26 „	„	0,65	„ „ „
„ „ Wendekultivator zu	23—26 „	„	0,50	„ „ „

Diese Angaben sind Mittelwerthe aus einer grossen Anzahl von Berichten, wobei zu bemerken ist, dass sich zuweilen, bei eintretenden Hindernissen, die Leistungen viel niedriger, bei günstigem Betriebe jedoch auch beträchtlich höher stellen.

Die täglichen Betriebskosten würden sich demnach, wenn angenommen wird, der Pflug arbeite 100 Tage im Jahre, folgendermassen berechnen:

1. Für das Tiefpflügen auf 36 Centimeter.

Leistung pro Tag 3,5 Hektaren.

Zinsen, 5% von 12940 Thlr.	6 Thlr.	14 Sgr.	— Pf.
Amortisation und Reparaturen, 15%	19 „	12 „	— „
Kohlen, 12 Centner pro Hektar à $7\frac{1}{2}$ Sgr.	10 „	15 „	— „
Arbeitslohn {125 Tage, 4 Mann à 20 Sgr. / 100 „ 2 Jungen à 10 Sgr.} = 400 Thlr.	4 „	— „	— „
1 Mann und 2 Pferde zum Wasserfahren	2 „	— „	— „
Oel und Schmiere	— „	15 „	— „
Summa	42 Thlr.	26 Sgr.	— Pf.

Die Kosten pro Hektar betragen demnach 12 Thlr. $4\frac{1}{2}$ Sgr.

2. Für das Flachpflügen auf 26 Centimeter Tiefe.

Leistung pro Tag 6,5 Hektaren.

Zinsen, 5% von 12940 Thlr.	6 Thlr.	14 Sgr.	— Pf.
Amortisation und Reparaturen, 15%	19 „	12 „	— „
Kohlen, 8 Centner pro Hektar à $7\frac{1}{2}$ Sgr.	13 „	— „	— „
Arbeitslohn wie oben	4 „	— „	— „
1 Mann und 2 Pferde zum Wasserfahren	2 „	— „	— „
Oel und Schmiere	— „	15 „	— „
Summa	45 Thlr.	11 Sgr.	— Pf.

Die Kosten pro Hektar ergeben sich also auf 6 Thlr. $29\frac{2}{5}$ Sgr.

Es liegt die Versuchung nahe, eine Kostenparallele zwischen dem Dampfpfluge und dem durch Spannvieh betriebenen Pfluge zu ziehen. Ich bin jedoch nicht im Stande, hierüber zuverlässige Angaben zu bringen, da die Kosten des Pflügens mit dem Spannpfluge ausserordentlich schwanken, und selbst bei Berechnungen unter gleichen Umständen verschiedenartig angegeben werden. Es liegen mir zwei in neuerer Zeit veröffentlichte Kostenberechnungen vor, beide mit Bezug auf den Rübenboden der Provinz Sachsen, nach welchen der Morgen ($\frac{1}{4}$ Hektar) 36 Centimeter tief zu pflügen einmal 4 Thlr., das andere Mal 2 Thlr. 6 Sgr. 8 Pf. kostet.[1]

1) Vergl. Mittheilungen aus den Verhandlungen des landwirthschaftlichen Vereines für das Fürstenthum Halberstadt, Jahrgang 1870, S. 10 und Landwirthschaftliches Wochenblatt des K. K. Ackerbauministeriums, Jahrgang 1870, S. 28.

So lange man sich demnach keine volle Klarheit über den Preis des Pflügens mit Spannvieh verschafft hat, kann auch keine Parallele der Kosten zwischen diesem und dem Dampfpfluge gezogen werden; ganz abgesehen davon, dass dieselbe noch immer keinen Aufschluss über die Rentabilität geben würde. Für letztere können nur die Ernteresultate in Betracht gezogen werden.

Ich nehme jedoch Anstand, hier die Mehrerträge aufzuführen, welche in einzelnen Fällen mit Sicherheit festgestellt werden konnten, da die vorliegenden Erfahrungen noch nicht umfassend genug sind. Vereinzelte Beispiele können hier niemals zu Gesetzen generalisirt werden, wie dies so häufig geschieht; und das Uebertragen der englischen Resultate auf unsere Verhältnisse würde einen noch geringeren Werth besitzen, da dort die klimatischen und wirthschaftlichen Bedingungen ganz andere sind als bei uns.

Es bleiben schliesslich noch einige Worte über das Miethpflügen zu sagen. Allem Anscheine nach wird sich dasselbe bei uns in gleicher Weise wie in England Verbreitung und Anerkennung verschaffen. Sowohl der Miether als auch der Vermiether können dabei vortrefflich ihre Rechnung finden; ersterer namentlich, da er keinerlei Risiko übernimmt, wie dies beim selbstständigen Besitze des Dampfpfluges doch immer der Fall ist.

Die Bedingungen, welche seitens der Vermiether bei uns gestellt werden, sind folgende:

Der Boden der betreffenden Felder soll steinfrei sein.

Kohlen und Wasser werden kostenfrei zu den Maschinen geliefert.

Die Arbeiter werden von dem Vermiether gestellt.

Der Miether zahlt pro Morgen (¼ Hektar):

bei 10 bis 15 Centimeter Tiefe	2 Thlr.	— Sgr.
„ 21 Centimeter Tiefe	2 „	10 „
„ 26 „ „	2 „	20 „
„ 31 „ „	3 „	— „
„ 36 „ „	3 „	15 „

Wenn angenommen wird, dass der Apparat 150 Tage in Betrieb ist, so würde sich die Rentabilität nach folgendem Kalkül ergeben:[1]

Anschaffungskosten des 14pferdigen Apparates		13000 Thlr.
Einnahme:		
Miethe für 150 Tage à 40 Thlr.		6000 „
Ausgaben:		
Amortisation, Reparaturen, Zinsen zusammen 20%	2600 Thlr.	
1 Maschinenmeister	300 „	
4 Arbeiter auf 6 Monate	560 „	
Miethe für einen Schuppen	50 „	
Insgemein (Schmieröl u. s. w.)	100 „	
Summa		3610 „
Bleibt Gewinn		2390 Thlr.

oder 18,38 Procent.

Selbst, wenn der Apparat etwas kürzere Zeit als 150 Tage in Betrieb wäre, würde sich immer noch eine gute Rentabilität des Unternehmens herausstellen.

h) Ergebnisse der Praxis.

Ich unterlasse es, aus der grossen Zahl von Berichten über die Arbeit des Dampfpfluges in England einige auszuwählen und hier anzuführen, da diese gewöhnliche Methode einen viel zu geringen Werth für die deutsche Landwirthschaft besitzt. Die Verhältnisse liegen dort in jeder Hinsicht anders als in Deutschland; das Klima, welches die Arbeitszeit bei uns ausserordentlich beschränkt, ist in England ein weit günstigeres für die Bodenbearbeitung, der Boden selbst ist zumeist von ganz anderer Struktur. Ebenso weichen die Kohlenpreise, die Arbeitslöhne, die Kommunikationen für den Transport der Apparate, die Schlageintheilungen, kurz, fast alle Faktoren, welche das schliessliche Resultat beeinflussen, derartig von den unsrigen ab, dass die in England erzielten günstigen Resultate

1) Ohne Berücksichtigung des Ertrages, welchen die beiden Strassenlokomotiven noch in anderweitiger Benutzung, beim Dreschen, Pumpen u. s. w. einbringen können.

immer noch nicht beweisend für den Werth des Dampfpfluges in Deutschland sind.[1]

Leider liegen über die Arbeit des Dampfpfluges in Deutschland bisher nur wenige zuverlässige Berichte vor, da die bei uns gemachten Erfahrungen noch zu kurze sind. Am interessantesten möchte wohl der Bericht des Herrn Eyth über die Arbeit des ersten in der Provinz Sachsen zur Miethe pflügenden Apparates sein, welchen ich hier zunächst im Auszuge wiedergebe.

Der Apparat war nach dem Fowler'schen Zweimaschinen-Systeme in der Seite 295 dargestellten Konstruktion ausgeführt. Derselbe arbeitete zunächst vom 13. September bis 5. October 1869 auf der Domaine Schlanstedt bei Halberstadt.[2] Wie sich kaum anders erwarten liess, gaben die ersten Wochen, wo die Arbeiter zunächst eingeübt werden mussten, noch zu manchen kleineren oder grösseren Anständen Veranlassung, welche später wenig oder gar nicht mehr in die Wageschale fielen. Das Beschaffen geeigneter Kohlen, das rechtzeitige Herbeiführen des Wassers, vor Allem aber die Unerfahrenheit von 2 Maschinenwärtern, welche bei dieser Gelegenheit ihre Lehrstudien machten, waren Ursache von mannigfachem Zeit- und nicht unbeträchtlichem Kohlenverluste, so dass diese erste Arbeit kaum als maassgebend betrachtet werden kann. Bearbeitet wurden fünf verschiedene Felder von unregelmässiger Form, von denen in dreien wegen ihrer beträchtlichen Länge ein zweimaliges Versetzen des Apparates nöthig war, und deren grösste Entfernung von einander ½ geographische Meile betrug. Die Quantität des aufgebrochenen Landes war

33,4 Hektaren	36	Centimeter tief	mit dem Dreifurchenpfluge,
7,8 „	23	„	„ „ „ Wendekultivator,
5,4 „	31	„	„ kreuz und quer mit demselben Kultivator.

1) Ueber die Arbeit des Dampfpfluges in England handelt eingehend das Journal of the Royal Agricultural Society of England in sehr vielen Aufsätzen der letzten 10 Jahre und die Zeitschrift: Der Kultur-Ingenieur Bd. I, S. 129, Bd. II, S. 274.

2) Verfasser hatte hier Gelegenheit, sich von der trefflichen Arbeit des Apparates zu überzeugen.

Der Kohlenkonsum betrug für das tiefe Pflügen 16 Centner pro Hektar, woran jedoch zum grossen Theile die häufigen Unterbrechungen Schuld waren, deren Ursachen oben berührt wurden. Auch war die Qualität der Kohlen in den ersten zwei Wochen eine sehr untergeordnete.

Der Boden selbst, obgleich scheinbar locker, war namentlich in durchnässtem Zustande keinesweges leicht zu pflügen. Die Maschinen gebrauchten 85 bis 90 Pfund Dampfdruck, um den Dreifurchenpflug 36 Centimeter tief mit gewöhnlicher Geschwindigkeit zu ziehen. Hierbei wurden etwa 5 Centimeter neuen Bodens aufgebrochen. Die Ursache des schweren Zuges war überdies die ungeeignete Form der langen Streichbretter, welche sich in dem leichten, aber vollkommen humusfreien Boden nicht blank scheuerten, sondern stets eine schwere Schicht Erde mitschleppten und so die Reibung des Pfluges erhöhten.

Uebrigens war der Zustand des Bodens und das Wetter während dieser Zeit günstig, obgleich bei der für den englischen Pflug ungewohnten Bodenbeschaffenheit eine grössere Trockenheit sehr erwünscht gewesen wäre.

Am 5. und 6. Oktober siedelte der Apparat von Schlanstedt nach dem Rittergute Röderhof über, wobei die Maschinen, sämmtliche Apparate hinter sich schleppend, eine Entfernung von 2 geographischen Meilen zurückzulegen hatten. Die Feldwege, welche theilweise zu passiren waren, waren hierbei weniger unangenehm als gewisse Parthien der Strasse, welche, mit unregelmässigem Pflaster versehen, die schweren Apparate zu sehr erschütterten.

Auf Röderhof, wo der Boden etwas leichter und steiniger und die Felder zuweilen ziemlich hügelig sind, wurde, nachdem ein Tag zum Reinigen der Kessel und allgemeiner Instandsetzung der Apparate verwendet worden, vom 7. Oktober bis zum 19. Oktober ohne Unterbrechung gearbeitet. Es wurden hierbei in drei verschiedenen Feldern

16,3 Hektaren mit dem Dreifurchenpfluge 36 bis 39 Centimeter tief,
22,9 „ „ „ Sechsfurchenpfluge 26 „ 29 „ „

bearbeitet.

Die stündliche Leistung des Dreifurchenpfluges war hierbei 0,35 Hektaren und bei dem Sechsfurchenpfluge 0,55 Hektaren. Der Kohlenverbrauch ergab sich einschliesslich der dreimaligen Versetzung zu durchschnittlich 7 Centner pro Hektar, was, mit den Daten auf dem vorhergehenden Gute verglichen, sich aus der leichteren Bodenart und durchschnittlich geringeren Tiefe, vor Allem aber aus dem regelmässigeren Gange der Maschinen erklärt, an welche sich das Personal allmälig zu gewöhnen anfing.

Die Versetzung des Pfluges auf das nächste Gut (Anderbeck) geschah in wenigen Stunden, da die Entfernung eine geringe war. Das zu pflügende Land lag in einem 21,2 Hektaren grossen Stücke von sehr unregelmässiger Gestalt. Es sollte 36 bis 39 Centimeter tief gepflügt werden, was den Apparat, welcher zweimal versetzt werden musste, vom 20. bis 26 Oktober beschäftigte. Der Kohlenverbrauch betrug hierbei nicht ganz 12 Centner pro Hektar und die Leistung 0,37 Hektaren pro Stunde.

Am 24. Oktober wurden abermals die Kessel gereinigt, und an den beiden folgenden Tagen der Apparat nach Mahndorf geführt.

Die Entfernung betrug etwa 3¼ Meile, wobei zwischen Anderbeck und Halberstadt ein beträchtlicher Höhenzug, der „Huy“ zu überschreiten war, während von Halberstadt bis Mahndorf ein in zu nasser Jahreszeit mit Fuhrwerken kaum passirbarer Feldweg führt. Beide Hindernisse gaben eine erwünschte Gelegenheit, die Fähigkeit der Maschinen als Feld- und Strassenlokomotiven zu erproben, und wurden von denselben ohne den geringsten Anstand überwunden.

Bis jetzt war die Witterung dem Unternehmen günstig gewesen. Auf dem Wege von Halberstadt nach Mahndorf fiel der erste Schnee, und von diesem Tage an, der den frühen und nassen Winter des Jahres einleitete, begann ein sehr schwieriges Arbeiten.

Zu Mahndorf wurden, unterbrochen von fortwährendem Regen, welcher die Wege in Flussbetten und die Felder in Sümpfe zu verwandeln schien, drei Felder bearbeitet.

Das erste von 6,5 Hektaren 26 Centimeter tief mit dem Sechsfurchenpfluge,

sodann 13,2 Hektaren 36 Centimeter tief mit dem Dreifurchenpfluge

und schliesslich 5,7 Hektaren 23 Centimeter tief mit dem Sechsfurchenpfluge.

Um das letzte Feld zu erreichen, mussten die Maschinen durch einen angeschwollenen Bach fahren, wobei ihnen das Wasser bis an die Feuerbuchsen ging, und alsdann einen steilen Uferabhang emporklimmen. Das Feld war zuvor nie über 15 Centimeter tief gepflügt worden, und hatte einen felsigen Untergrund, so dass der Pflug beständig durch den weichen Kalk ging, ohne in seinem Gange unterbrochen zu werden oder auch nur ein Schar zu zerbrechen. Letzteres war in dem härteren Untergrunde von Schlanstedt wiederholt vorgekommen.

Die Fahrt von Mahndorf nach Adersleben, 2¾ Meilen, wurde am 10. November ausgeführt. Die Feldwege waren bodenlos, ohne jedoch den Gang der Maschinen zu stören, die sich, mit ihren Sporen in den Schlamm einhauend, ruhig fortbewegten.

In Adersleben sollte ein einziges Feld von etwa 22,5 Hektaren 36 Centimeter tief gepflügt werden. Es wurde selbstverständlich der Dreifurchenpflug angewendet. Die Form des Stückes veranlasste ein zweimaliges Aufstellen des Apparates, und die Arbeit, mannigfach von Regen und Schnee unterbrochen, wurde am 20. November beendigt. Während zweier Tage war der Boden 8 Centimeter tief gefroren, ohne die Arbeit im geringsten aufzuhalten. Dagegen reducirten die kurzen Tage und die Nässe des Bodens die Leistung des Apparates wesentlich. Der Kohlenverbrauch war dennoch nicht über 12 Centner pro Hektar. Bemerkenswerth ist, dass die Maschinen jetzt nahezu 120 Pfund Dampfdruck gebrauchten, um den Pflug zu ziehen, während zu Schlanstedt in ganz gleichartigem Boden, aber während trocknerer Jahreszeit, 85 Pfund hinreichten.

In Folge des Reinigens der Kessel, welches am 22. November vorgenommen werden musste, wurde die Wanderung nach

Hoym, $2^3/_4$ Meilen, erst am 23. angetreten. Die an den Ufern der Selke hinführenden Feldwege waren durch Schnee und Regen fast unpassirbar geworden, und die unmittelbare Nähe des Flusses machte den Transport der Maschinen sogar zuweilen gefährlich. Einmal nur war es nöthig, die eine der Maschinen, welche in gefährlicher Nähe des Flussufers zu versinken drohte, mittelst der Windetrommel der anderen aus ihrer gefährlichen Lage zu ziehen, worauf beide wieder ihren Weg fortsetzten.

Hoym war das Endziel der Expedition. Es wurden daselbst noch trotz fortwährenden Frostes und Schneefalles 16,2 Hektaren 36 bis 38 Centimeter tief gepflügt, und alsdann die Maschinen nach Quedlinburg, $1^3/_4$ Meilen, gebracht, um ihr Winterquartier zu beziehen. Auf dieser letzten Station kamen die einzigen Brüche von Bedeutung vor, welche während des ganzen, die Maschinen auf's Aeusserste anstrengenden Betriebes zu bemerken sind. Ohne Zweifel sind beide dem plötzlich eintretenden, scharfen Froste zuzuschreiben, welcher die Maschinen nach dem 3. December überraschte. An diesem Tage brach ein Zahn des Windeapparates aus, während zwei Tage später in Folge der Kälte über Nacht eine Speisepumpe platzte.

Ich knüpfe an diesen interessanten Bericht noch die Bemerkung, dass das Gutachten sachverständiger Landwirthe sich allgemein günstig über die Arbeit des Apparates ausgesprochen hat, und in Folge der erzielten Resultate mehrere Dampfpflüge in die Provinz Sachsen eingeführt wurden. Wo man schwerere Maschinen wählte als bei dem ersten, 14 Pferdekraft starken Apparate, stellten sich fast durchweg ungünstige Resultate heraus; namentlich versanken die Maschinen sehr leicht in Folge ihres hohen Gewichtes. Die Brücken mussten abgefangen werden, um die Last der Maschine mit Sicherheit tragen zu können, wodurch dem Unternehmer oft nicht unerhebliche Kosten entstanden. Eine

Fowler'sche Dampfpfluglokomotive von 25 Pferdekraft wiegt 500 Centner.[1]

Einige bisher noch nicht erörterte Gesichtspunkte beim Pflügen mit Dampfkraft erwähnt Herr Ingenieur Schottelius in einem Vortrage im Vereine für Land- und Forstwirthschaft zu Braunschweig,[2] welche hier im Auszuge wiedergegeben werden sollen. Der Apparat, welchem die nachfolgenden Betrachtungen zu Grunde gelegt sind, ist nach dem Fowler'schen Zweimaschinen-Systeme und in der Stärke von 20 Pferdekraft ausgeführt. Herr Schottelius weist darauf hin, dass es zur Erzielung einer möglichst billigen Arbeit darauf ankommt, die Schläge derartig einzutheilen, dass sie sich den Maschinen möglichst genau anpassen.

Das Seil des 20pferdigen Dampfpfluges ist 358 Meter lang; desshalb wäre es am günstigsten, wenn die Schläge in der einen Richtung etwa 340 Meter lang wären, in der anderen so gross als möglich; es empfiehlt sich, den Flächeninhalt nie unter 12 Hektaren zu wählen.

Die Figur des Ganzen sei rechteckig; ist dies nicht zu beschaffen, so ist wünschenswerth, dass wenigstens zwei Seiten parallel und die Winkel nicht bedeutend von 90 Grad abweichen.

Soll die Stoppel umgebrochen werden, so erleichtert dies die Arbeit; jedoch muss darauf gesehen werden, dass 8 bis 12 Meter breit auf jeder Seite liegen bleiben, worauf die Maschinen fahren können, und die Wasser- und Kohlenzufuhr bewirkt wird.

Wird diesen Bedingungen zuwidergehandelt, so entstehen nicht unerhebliche Verluste, zu deren Verdeutlichung zwei bestimmte Fälle angeführt werden sollen.

1) Meines Dafürhaltens hat die Empfehlung der schwersten Dampfpflugapparate für Deutschland der Sache ausserordentlich geschadet, und es möchte wohl die immer noch geringe Verbreitung der Dampfpflüge hauptsächlich diesem Umstande zuzuschreiben sein. Dampfpfluglokomotiven sollten ein Gewicht von 300 Centnern, einschl. des Wassers, unter keinen Umständen überschreiten.

2) Mittheilungen des Vereines für Land- und Forstwirthschaft im Herzogthum Braunschweig, Februarheft 1871, S. 397.

Es seien zwei Breiten von sonst ganz gleicher Beschaffenheit gegeben, jedoch mit dem Unterschiede, dass bei der einen das Seil nur auf eine Länge von 60 Ruthen (225,97 Meter), bei der anderen dagegen auf 90 Ruthen (338,96 Meter) zur Anwendung gebracht werden kann.

Bei der zweiten Annahme ist die Breite des Pfluges viermal nöthig, um einen Morgen zu pflügen, bei 60 Ruthen Länge demnach 6 Mal. Das Umwenden des Pfluges und das Vorrücken der Maschinen findet also statt:

für 60 Ruthen Länge,	pro Morgen	für 90 Ruthen Länge,
6 Mal.		4 Mal.
Kohlenverbrauch 6 × 15 Pfund,		4 × 15 Pfund,
90 Pfund.		60 Pfund.
1 Centner Kohle zu 10 Sgr. gerechnet,		
9 Sgr.		6 Sgr.
Wasserverbrauch ca. 9 Cubikfuss,		6 Cubikfuss.
50 Cubikfuss = 26 Sgr. gerechnet,		
4,68 Sgr.		3,12 Sgr.

Demnach beträgt die Mehrausgabe bei 60 Ruthen Länge 4,56 Sgr.; für 20 Morgen, also dem täglichen Durchschnittsquantum 20 × 4,56 Sgr. = 91,2 Sgr.

Der Zeitverlust stellt sich bei dem kurzen Stücke noch höher.

Das Vorrücken der Maschinen und Wenden des Pfluges nimmt im Durchschnitte 2½ Minuten in Anspruch. Bei dem kürzeren Stücke verliert man demnach 5 Minuten, im Ganzen also bei 20 Morgen täglicher Arbeit 100 Minuten. Rechnet man die Stunde zu 6 Thlr., so stellt sich der Verlust durch das häufigere Wenden bei kürzeren Stücken auf 10 Thlr. und einschliesslich des höheren Kohlen- und Wasserverbrauches pro Tag auf

13 Thlr. 1,2 Sgr.

Ein anderer Grund des grossen, oft unausgenutzten Kohlenverbrauches ist aber auch, dass die Stücke häufig einen zu kleinen Flächeninhalt haben.

Das jedesmalige Umsetzen der Maschinen erfordert durchschnittlich 3 bis 3½ Stunden. Hierbei werden für jede Maschine verbraucht:

20 Centner Kohlen à 10 Sgr.	6 Thlr.	20 Sgr.
2 Fass Wasser à 26 Sgr.	1 „	22 „
Summa	8 Thlr.	12 Sgr.

Mithin bei beiden Maschinen 16 Thlr. 24 Sgr.

Im weiteren Verlaufe seiner Mittheilungen giebt Herr Schottelius folgende Specialrechnung über die Kosten des Dampfpflügens bei Hrn Wrede in Wendessen.

Es wurden dort verausgabt:

Für Kohlen 542 Centner à 11 Sgr. 9,3 Pf.	212 Thlr.	24 Sgr.	4 Pf.
Tagelohn	8 „	12 „	9 „
Chausseegeld beim Holen der Maschinen	1 „	18 „	8 „
Für Wasserfüllen (80½ Fass à 1 Sgr.)	2 „	20 „	6 „
Pferdegespann 22 Knechtstage à 15 Sgr.	11 „	— „	— „
43 Pferdetage à 1 Thlr.	43 „	— „	— „
Von Salder nach Thiede	2 „	— „	— „
Ochsengespann 4 Knechtstage à 15 Sgr.	2 „	— „	— „
4½ Ochsentage à 25 Sgr.	3 „	22 „	6 „
Summa	287 Thlr.	8 Sgr.	9 Pf.

Gepflügt wurden 120 Morgen;

demnach kostet der Morgen	2 Thlr. 11 Sgr. 10 Pf.	
Hierzu der Pfluglohn mit dem Dreifurchenpfluge pro Morgen	4 „ — „ — „	
Summa	6 Thlr. 11 Sgr. 10 Pf.	(pro Hektar 25 Thlr. 17 Sgr. 4 Pf.)
Mit dem Sechsfurchenpfluge pro Morgen	3 „ — „ — „	
Summa	5 Thlr. 11 Sgr. 10 Pf.	(pro Hektar 21 Thlr. 17 Sgr. 4 Pf.)

Die 120 Morgen wurden in 8½ Tagen gepflügt, pro Tag demnach 14⅛ Morgen (3,6 Hektaren). Der Kohlenverbrauch betrug pro Morgen 4½ Centner (18 Centner pro Hektar).

Leider ist in der Rechnung das tiefe und flache Pflügen zusammengeworfen, somit der Wasser- und Kohlenverbrauch für jede Pflugart nicht besonders zu ersehen.

Das Pflügen stellte sich aus dem Grunde so theuer, weil trotz aller Mühe nicht zu umgehen war, dass die Breiten die erwünschte Ausdehnung hatten, sondern an vier verschiedenen Orten lagen, und überdies das Seil nur bei zwei Stücken in seiner ganzen Länge zur Anwendung gebracht werden konnte.

Die von Herrn Schottelius aufgestellten Berechnungen für die Mehrkosten des Dampfpflügens bei zu kurzen Stücken

und zu kleinen Flächen, welche ich hier mit den Zahlen des Hrn. Sch. wiedergegeben habe, erscheinen mir im höchsten Grade beachtenswerth, namentlich für alle Besitzer, welche neue Schlageintheilungen vornehmen, und in der Zukunft vielleicht die Dampfkraft zur Bearbeitung des Bodens benutzen wollen.

Nach diesen Berichten über die Arbeit des Dampfpfluges, welcher im Besitze von Unternehmern ist, die gegen Miethe pflügen lassen, gebe ich noch ein Gutachten des im Besitze des Herrn Freise zu Wolmirstedt befindlichen Dampfpfluges wieder, welcher nur auf der dortigen Wirthschaft arbeitet. Derselbe ist bereits mehrere Jahre mit bestem Erfolge in Thätigkeit. Der Pflug hat im Herbste 1869 in 60 Arbeitstagen (August, September und Oktober) nahe an 200 Hektaren theils auf 31 Centimeter gepflügt theils ebenso tief gegrubbert, ersteres mit dem Dreifurchenpfluge, letzteres mit dem 7zinkigen Balancir-Kultivator. Die Zufuhr des Wassers und der Kohlen wurde durch zwei Pferde, die in einspännigen Karren gingen, auf viel billigere Weise beschafft als im Vorjahre mit der gewöhnlichen Bespannung; der Kohlenverbrauch stellte sich wesentlich billiger als 4 Thlr. pro Hektar,[1] da bei 4 bis 4,5 Hektaren pro Tag nur 6 Centner Kohlen à 10 Sgr. gebraucht wurden.

Herr Freise ist der Ansicht, dass es sich für unsere grossen Rübenwirthschaften empfehle, Apparate für eigene Rechnung zu beschaffen, da solche ausreichende Beschäftigung haben, um die zur Verzinsung, Amortisation und den Reparaturen erforderliche Summe von 2400 Thaler gehörig auf die Hektarzahl zu vertheilen. Bei einer Minimalbeschäftigung von 120 Tagen würde dies 20 Thlr. pro Tag, also ungefähr 6 Thlr pro Hektar ergeben.

Wenn auch in England das Dampfpflügen erst seit der Zeit so stark angewendet wird, wo Unternehmer gegen Lohn

1) Man ersieht aus diesen sehr abweichenden Angaben über den Kohlenverbrauch, dass durch die bisherige Praxis diese wichtige Position noch nicht aufgeklärt ist.

pflügten, so darf doch hierbei nicht vergessen werden, dass die dortigen Wirthschaften von viel kleinerem Umfange sind als z. B. in der Provinz Sachsen, dass sich hier in den Rübenzuckerfabriken bereits Genossenschaften vorfinden, denen die Beschaffung eines Kapitals von 12000 Thlr. nicht schwer fällt, dass sie in ihren Heizern und Maschinisten schon kundige Leute zum Maschinenbetriebe besitzen und dass sie sich nicht abhängig machen können davon, ob ein gemietheter Dampfpflug zur gegebenen Zeit erscheine.

Wenn auch noch fortwährend Verbesserungen an den Apparaten gemacht werden, so ist das System bereits jetzt schon als so vollkommen zu betrachten, dass man die Anschaffung nicht zu bereuen haben wird. Für alle grösseren Rübenwirthschaften ist demnach die Anschaffung eines Dampfpfluges nach dem Zweimaschinen-Systeme an der Zeit.

Die Qualität der Arbeit anlangend, so muss dieselbe als die Zugthierarbeit bei Weitem überragend anerkannt werden. Der Hauptwerth der Dampfkultur liegt in der vorzüglicheren Beackerung und in der Sicherheit, die Pflugarbeit zur richtigen Zeit ausführen zu können, unabhängiger von der Witterung zu sein als mit Zugthieren, da der Dampfpflug sowohl bei grösserer Nässe als auch bei grösserer Dürre arbeitet und ferner jeder Fusstritt auf dem Boden vermieden wird. Der absolute Preis des Pflügens pro Flächeneinheit ist lange nicht so wichtig als diese Umstände, welche sich freilich nicht unmittelbar in Zahlen ausdrücken lassen, aber der ganzen Wirthschaft eine grössere Regelmässigkeit, Präcision und also Erntesicherheit geben, wie sie namentlich der schwere Boden bei ungenügender Herbstbeackerung so oft vermissen lässt.

i) Verbreitung der Dampfpflüge.[1]

Die Fabrik von John Fowler & Co. beschäftigt über 1000 Arbeiter, und sendet durchschnittlich 4 bis 5, während der Herbstmonate 5 bis 6 Dampfpflüge pro Woche aus ihren Werkstätten.

1) Im Wesentlichen nach den Mittheilungen des Herrn Max Eyth.

In Grossbrittanien sind zur Zeit gegen 2000 Dampfpflüge jeder Gattung in Thätigkeit. Das Ankerwagensystem und das Howard'sche Round-About-System haben ausgedehnte Verbreitung gefunden; letzteres ist in etwa 600 Exemplaren in England vertreten.

Auf den Zuckerplantagen Demerara's in Westindien wird schon seit 10 Jahren der Dampfpflug benutzt, der dort in den Händen der Neger die erfreulichsten Resultate liefert. Um Demerara, wo die Wege zwischen den tiefer als das Meer liegenden Feldern durch Kanäle ersetzt sind, ist ein Doppelmaschinen-System gebräuchlich, bei welchem sich die Maschinen auf kleinen Schiffen befinden. Auf Cuba hat die durch das Dampfpflügen ermöglichte Tiefkultur auf etlichen Plantagen eine Ertragserhöhung von 30 bis 40 Procent erzielt.

In Louisiana und den anderen, Zucker und Baumwolle bauenden Staaten der Union, wo seit Aufhebung der Sklaverei das Bedürfniss nach Maschinen ein sehr dringendes ist, wurden während der letzten drei Jahre eine Anzahl Dampfpflüge eingeführt. Der Erfolg war jedoch wegen der hohen Eingangszölle nur ein geringer.

Südamerika, namentlich Buenos-Ayres, besitzt eine Anzahl Dampfpflüge, bei welchen es in Folge des absoluten Mangels an Händen für das Säen und Ernten, von besonderer Wichtigkeit war, durch entsprechend konstruirte Instrumente sämmtliche landwirthschaftlichen Vorrichtungen mittelst Dampfkraft zu bewerkstelligen.

Nach Peru gingen in den letzten Jahren die ersten Dampfpflüge.

Auf dem europäischen Kontinente hat Spanien im Laufe der letzten Jahre eine nicht unbeträchtliche Zahl von Apparaten erhalten, welche hauptsächlich durch englische Gesellschaften dort eingeführt und in Betrieb erhalten werden.

In Frankreich ist die Verbreitung der Dampfpflüge eine verhältnissmässig geringe; dagegen sind in Algier in neuester Zeit mehrere Apparate mit gutem Erfolge in Anwendung gebracht worden.

Russland besitzt im Norden sowohl als im Süden von Odessa eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Dampfpflügen, die namentlich in letzterer Gegend stetig vermehrt werden.

In einigen Provinzen der Türkei wird von der Regierung, in Kleinasien in der Umgebung von Smyrna von Privaten mit Dampf gepflügt.

Namentlich aber ist es Aegypten, welches während des amerikanischen Krieges mit einer wahrhaft fieberhaften Energie die Dampfkultur einführte. Es befinden sich dort wohl 500 Apparate, von denen allerdings wieder zwei Drittel ausser Betrieb kamen.

Ostindien und selbst die australischen Kolonien Englands bieten seit wohl zehn Jahren einen stetig wichtiger werdenden Markt für den Dampfpflug. Das Bedürfniss einer Kraft, welche unabhängig von dem entnervenden Einflusse des Klima's bleibt, sichert der Erfindung in jenen Ländern eine Zukunft, welche sich jetzt schon in den oft sehr gewagten Unternehmungen indischer Pflanzer, die die Apparate in die entlegensten Distrikte verschleppen, ausspricht.

In Neu-Seeland sind einige Howard'sche Dampfpflüge nach dem Zweimaschinen-Systeme in Anwendung gekommen.

Und nun endlich Deutschland. Bisher sind etwa 24 Dampfpflüge in nutzbringender Thätigkeit; ihre Vortheile treten immer deutlicher hervor, wo die Maschinen an geeigneter Stelle arbeiten, und wo die für den betreffenden Boden passenden Apparate gewählt wurden. Es ist nicht zu bezweifeln, dass die bisherigen Versuche, welche den sicheren Nachweis für den grossen Werth des Dampfpfluges geliefert haben, bald zu weiterer Einführung desselben anregen werden, und dass die Zahl der in Deutschland arbeitenden Dampfpflüge, wenn auch in langsamer, aber doch in stetiger Weise, von Jahr zu Jahr an Ausdehnung gewinnen wird.

Anhang.

1. Maass- und Gewichtstabellen.

A. 1 Meter hat gleiche Länge mit
3,186 preussische Fuss
3,333 badische „
3,426 bairische „
3,504 braunschweigische Fuss
3,491 hamburger Fuss
3,423 hannöversche „
3,475 kurhessische „
3,163 österreichische Fuss
3,531 sächsische „
3,490 würtemberger „
3,333 schweizer Fuss
3,281 russische und englische Fuss.

B. 1 Quadratmeter hat gleichen Flächeninhalt mit
10,152 preussische Quadratfuss
11,111 badische „
11,739 bairische „
12,280 braunschweigische Quadratf.
12,190 hamburger Quadratfuss
11,721 hannöversche „
12,081 kurhessische „
10,008 österreichische „
12,469 sächsische „
12,183 würtemberger „
11,111 schweizer Quadratfuss
10,764 russische u. engl. Quadratf.

C. 1 Quadratmeter hat gleichen Flächeninhalt mit
0,070 preussische Quadratruthen
0,111 badische „
0,117 bairische „
0,048 braunschweigische Quadratr.
0,062 hamburger Quadrat-Marschr.
0,047 „ „ Geestr.
0,046 hannöversche Quadratruthen
0,278 österreichische Quadratklafter
0,054 sächsische Quadratruthen
0,122 würtembergische Quadratruth.

D. 1 Hektar hat gleichen Flächeninhalt mit
3,916 preussische Morgen
2,778 badische „
2,935 bairische Tagewerk.
3,997 braunschweigische Feldmorgen
1,836 hamburger Morgen
2,381 hamburger Scheffel Aussaat
3,815 hannöversche Morgen
1,737 österreichische Joch
1,807 sächsische Acker
3,173 würtembergische Morgen
2,471 englische Acre
0,916 russische Dessätinen.

E. 1 Kubikmeter hat gleichen Rauminhalt mit
32,346 preussische Kubikfuss
37,037 badische „
40,223 bairische „
43,034 braunschweigische Kubikfuss
42,561 hamburger Kubikfuss
40,126 hannöversche „
41,994 kurhessische „
31,660 österreichische „
40,032 sächsische „
42,527 würtemberger „

37,037 schweizer Kubikfuss
35,316 russische u. engl. Kubikfuss.

F. 1 Liter hat gleichen Rauminhalt mit
0,873 preussische Quart
0,666 badische Maasskannen
0,935 bairische Maass
1,067 braunschweiger Quartier
0,276 hamburger Stübchen
0,257 hannöversche Stübchen
0,707 österreichische Maass
1,068 sächsische Kannen
0,544 würtemberger Helleichmaass
0,220 englische Gallonen
0,813 russische Kruschki

G. 1 Hektoliter ist gleich
1,819 preussische Scheffel
0,667 badische Malter
0,448 bairische Scheffel
3,211 braunschweigische Himten
0,781 hessen-darmstädtische Malter
1,626 österreichische Metzen
0,963 sächsische Scheffel
0,564 würtembergische Scheffel
2,777 englische Bushel
0,476 russische Tschetwert.

H. 1 Kilogramm ist gleich
2 preussische u. sächsische Pfund
1,786 bairische Pfund
2,063 hamburger „
4,277 köln. alte Mark
1,786 österreichische Pfund
2,138 würtemberger „
2,204 englische Pfund av. d. p.
2,442 russische „

I. Reduktionstabelle
des Metermaasses auf preussisches Maass.

Meter	Preussisches Maass					
	Fuss	Zoll	Linien	Fuss	Zoll	Linien
1	3	2	2,81	3,18620	38,234	458,81
2	6	4	5,62	6,37239	76,469	917,62
3	9	6	8,44	9,55858	114,703	1376,44
4	12	8	11,25	12,74478	152,937	1835,25
5	15	11	2,06	15,93097	191,172	2294,06
6	19	1	4,87	19,11717	229,406	2752,87
7	22	3	7,68	22,30336	267,640	3211,68
8	25	5	10,50	25,48956	305,875	3670,50
9	28	8	1,31	28,67576	344,109	4129,31

Quadratmeter	Preussisches Maass		Cubikmeter	Preussisches Maass	
	Quadratfuss	Quadratzoll		Cubikfuss	Cubikzoll
1	10,1519	1461,87	1	32,3459	55893,7
2	20,3037	2923,74	2	64,6917	111787,4
3	30,4556	4385,61	3	97,0376	167681,1
4	40,6074	5847,48	4	129,3835	223574,8
5	50,7593	7309,35	5	161,7293	279468,4
6	60,9112	8771,22	6	194,0752	335362,1
7	71,0631	10233,08	7	226,4211	391255,8
8	81,2150	11694,95	8	258,7670	447149,5
9	91,3668	13156,82	9	291,1129	503043,2

K. Reduktionstabelle

des preussischen Maasses auf Metermaass.

Fuss	Meter	Zoll	Meter	Linien	Meter
1	0,31385	1	0,02615	1	0,00217
2	0,62771	2	0,05231	2	0,00436
3	0,94156	3	0,07846	3	0,00654
4	1,25542	4	0,10462	4	0,00872
5	1,56927	5	0,13077	5	0,01090
6	1,88312	6	0,15693	6	0,01308
7	2,19698	7	0,18308	7	0,01526
8	2,51083	8	0,20924	8	0,01744
9	2,82468	9	0,23539	9	0,01962
10	3,13854	10	0,26154	10	0,02180
11	3,45239	11	0,28771	11	0,02397
12	3,76625	12	0,31385	12	0,02615

Quadrat-fuss	Quadrat-meter	Quadrat-zoll	Quadrat-centimeter	Cubik-fuss	Cubik-meter	Cubik-zoll	Cubik-centimeter
1	0,09850	1	6,840	1	0,03092	1	17,891
2	0,19701	2	13,681	2	0,06183	2	35,782
3	0,29551	3	20,522	3	0,09275	3	53,673
4	0,39402	4	27,362	4	0,12366	4	71,564
5	0,49252	5	34,203	5	0,15458	5	89,456
6	0,59102	6	41,043	6	0,18549	6	107,347
7	0,68953	7	47,884	7	0,21641	7	125,238
8	0,78803	8	54,724	8	0,24733	8	143,129
9	0,88654	9	61,565	9	0,27824	9	161,020
10	0,98504	10	68.403	10	0,30916	10	178,911
11	1,08354	11	75,246	11	0,34007	11	196,802
12	1,18205	12	82,087	12	0,37099	12	214,693

2. Alphabetisches Sachregister.

Seite

A.

Absperrvorrichtung 35
Ankerwagensystem 291
Anti-Inkrustator 109
Arbeit der Dampfmaschine . . . 37
Aschenfall 13
Aufstellung der Centrifugalpumpe 164

B.

Balancirpflug 299
Bandsäge 245
Behandlung der Lokomobile . . . 100
Betrieb der Lokomobile 100
Betriebskosten der Lokomobile . . 123
Beutelcylinder 223
Bewässerungsanlagen 188
Boydell'sche Schienenschuhe . . . 71
Bremsdynamometer 87
Bremspferdekraft 88
Brennmaterialien 60
Bügelmaschine 58

C.

Centrifugalpumpe 154
Corliss'sche Steuerung 8

D.

Dampfcylinder 31
Dampfdreschmaschine 193
Dampfegge 304
Dampf-Ejektions-Apparat . . . 159
Dampfgrubber von Howard . . . 301
Dampfkolben 31
Dampfmaschine 30
Dampfpflug 279
„ von Fisken 305
„ „ Fowler 291

Seite

Dampfpflug von Halkett 282
Dampfpflug von Howard 287
„ „ Romaine . . . 281
„ „ Usher 281
Dampfpumpe 175
Dampfstrahlpumpe 25
Dampfvertheilung 32
Deckung 33
Disintegrator 248
Drainröhrenpresse 252
Drathseilbahn 259
Drathseiltransmission 131
Dufour'sche Theorie 110
Dynamometer 87

E.

Einfache Dampfdreschmaschine . . 198
Entwässerung 178
Expansion 33
Expansionsregulator 35
Expansion, verstellbare 34

F.

Field'scher Röhrenkessel 53
Flachsbrechmaschine 250
Funkenfänger 16
Fussventil 158
Futterbereitungsmaschinen . . . 230
Futterkochapparat 270

G.

Gradführung 35
Grundplatte der Lokomobile . . . 30

H.

Häckselmaschine 231
Haferquetsche 234

Seite
Hanfbrechmaschine 250
Hubzähler 92

I.

Indikator 79
Indikatorpferdekraft 88
Injektor 25

K.

Kesselarmaturen 17
Kesselexplosionen 101
Kesselspeisepumpe 24
Kesselstein 104
Kesselumkleidung 17
Knochenmühle 245
Kolbendiagramm 84
Kollersteine 247
Kombinirte Dreschmaschine . . . 193
Kondensation 8
Kosten des Dampfpflügens . . . 314
Kreissäge 239

L.

Leistung der Bandsäge 245
„ „ Centrifugalpumpe . 163
„ des Dampfpfluges . . . 313
„ der Flachs- und Hanfbrechmaschine . . . 250
„ „ Futterkochapparate . 273
„ „ Häckselmaschine . . 233
„ „ Haferquetsche . . . 235
„ „ Knochenmühle . . 247
„ „ Kreissäge 240
„ „ Mahlgänge 228
„ „ Oelkuchenbrecher . . 239
„ „ Pumpen 163
„ „ Rübenschneidemasch. 238
„ „ Sägegatter 244
„ „ Torfpresse 258
„ „ Ziegelpresse . . . 256
Lenkerstange 25
Liegende Dampfmaschine 58
Lokomobile 6
„ englische 42
„ mit Grundplatte . . 45
Lokomobilkessel 9
Lokomobile mit rückgängigen Feuerzügen 14

Seite

M.

Mahlgänge 222
Manometer 19
Mehlbereitung 228

O.

Oelkuchenbrecher 238
Oscillirende Dampfmaschine . . . 59

P.

Preise der Bandsäge 245
„ „ Centrifugalpumpe . . 169
„ des Dampfpfluges 312
„ der Dampfpumpe 178
„ „ Drathseiltransmissionen 142
„ „ Dreschmaschinen . . . 213
„ „ Flachs- und Hanfbrechmaschinen 250
„ „ Futterkochapparate . . 273
„ „ Häckselmaschinen . . 233
„ „ Haferquetschen . . . 236
„ „ Knochenmühlen . . . 247
„ „ Kreissägen 242
„ „ Lokomobilen 125
„ „ Mahlgänge 230
„ „ Oelkuchenbrecher . . . 239
„ „ Rübenschneidemaschinen 238
„ „ Sägegatter 244
„ „ stationären Dampfmaschinen 66
„ „ Strassenlokomotiven . . 78
„ „ transportablen Dampfmaschinen 57
„ „ Torfpressen 258
„ „ Ziegelpressen 256
Probirhähne 18
Prony'scher Zaun 87
Prüfung der Dampfmaschinen . . 79
Pumpen 147

R.

Regulator 35
Rentabilität des Dampfpfluges . . 314
„ der Dreschmaschine . 212
Rostfläche 60
Rübenschneidemaschine 236

Seite

S.

Sägegatter 243
Schmelzpfropfen 23
Schrotmühle 222
Schwungrad 36
Schwungradwelle 35
Seilförderung 259
Seilscheibe 132
Sicherheitsventil 21
Sieder 59
Stationäre Dampfmaschine . . . 57
„ Dreschmaschine . . . 199
„ Pumpwerke 170
Steuerung 32
Strassenlokomotive 68
Strohelevator 219
Strohschüttler 194

T.

Torfpresse 258
Transportable Dampfmaschine . . 49
„ Dreschmaschine . . 195
„ Mahlgänge 226
Treppenrost 59
Trockenlegung von Ländereien . . 178

Seite

U.

Umsteuerung 34

V.

Ventilation durch Dampfkraft . . 275
Verbreitung der Dampfpflüge . . 326
Verhütung von Brandschäden . . 113
„ „ Kesselexplosionen . 101
Voreilung 33
Vorwärmer 28

W.

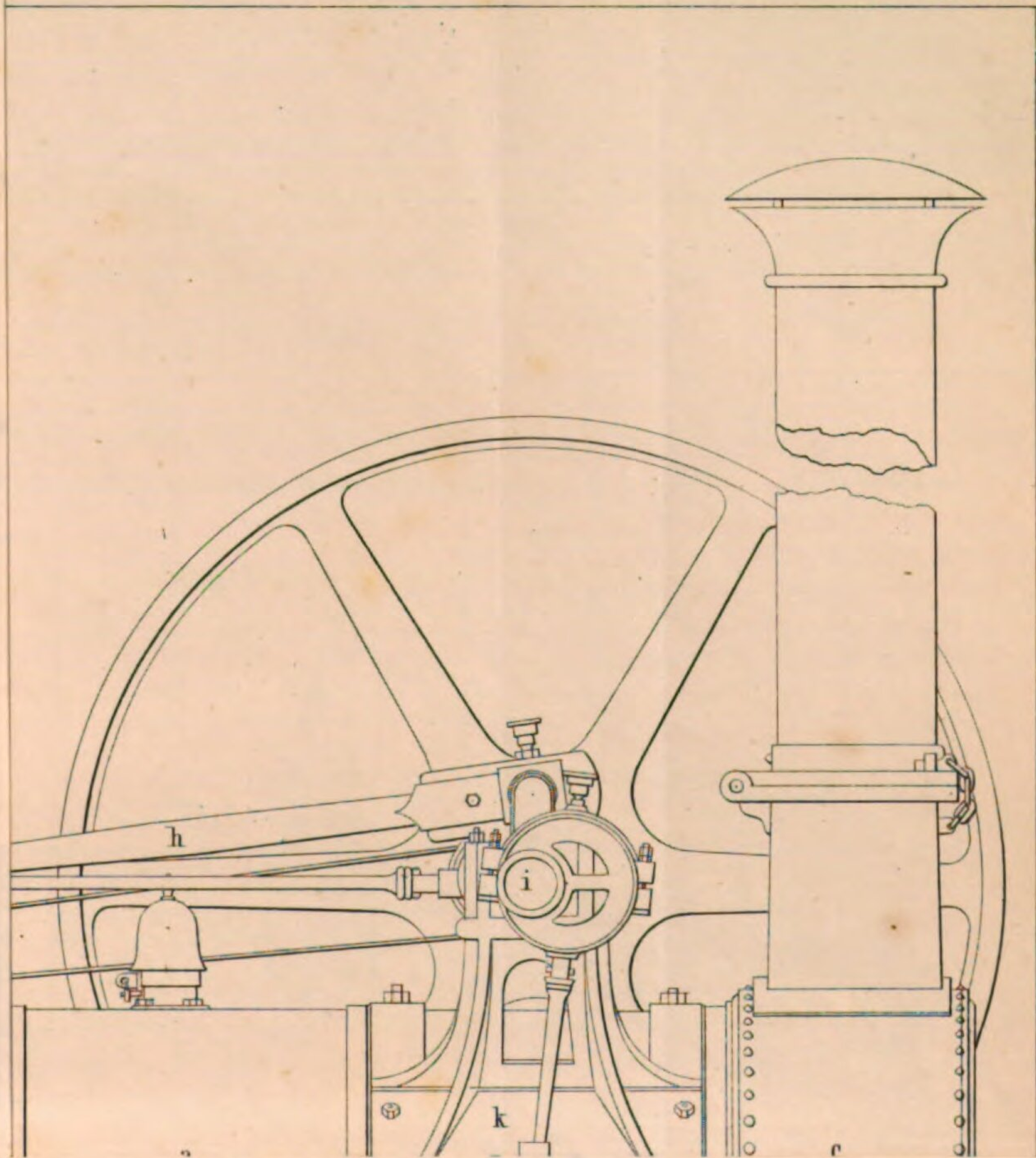
Wagen der Lokomobile 40
Wandmaschine 59
Wasserstandszeiger 17
Wendekultivator 302
Wiesenbewässerung 147
Woolf'sche Dampfmaschine . . . 58

Z.

Zählapparat 92
Ziegelpresse 252
Zweimaschinen-System 295

Halle, Buchdruckerei des Waisenhauses.

Taf. I.

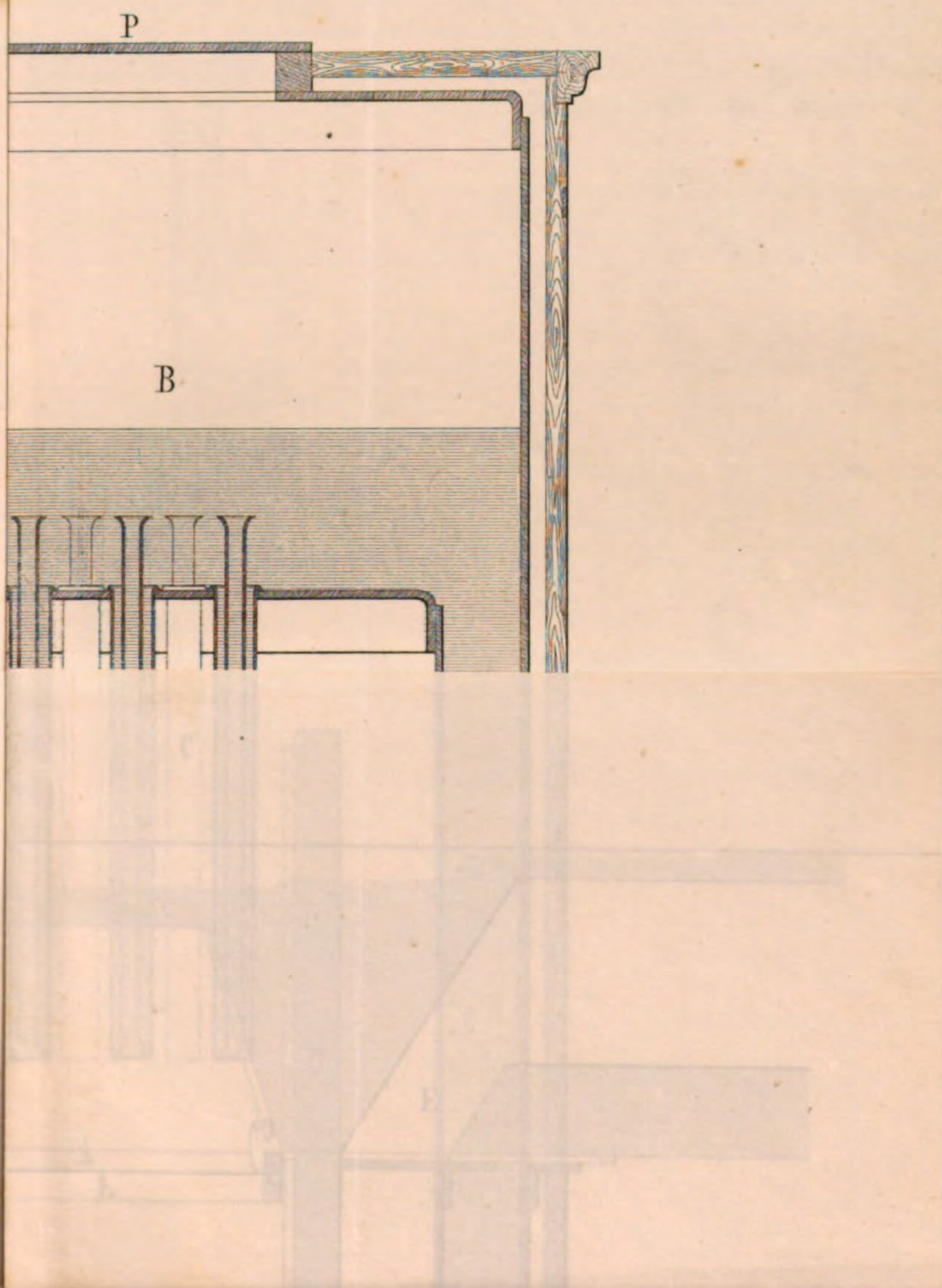


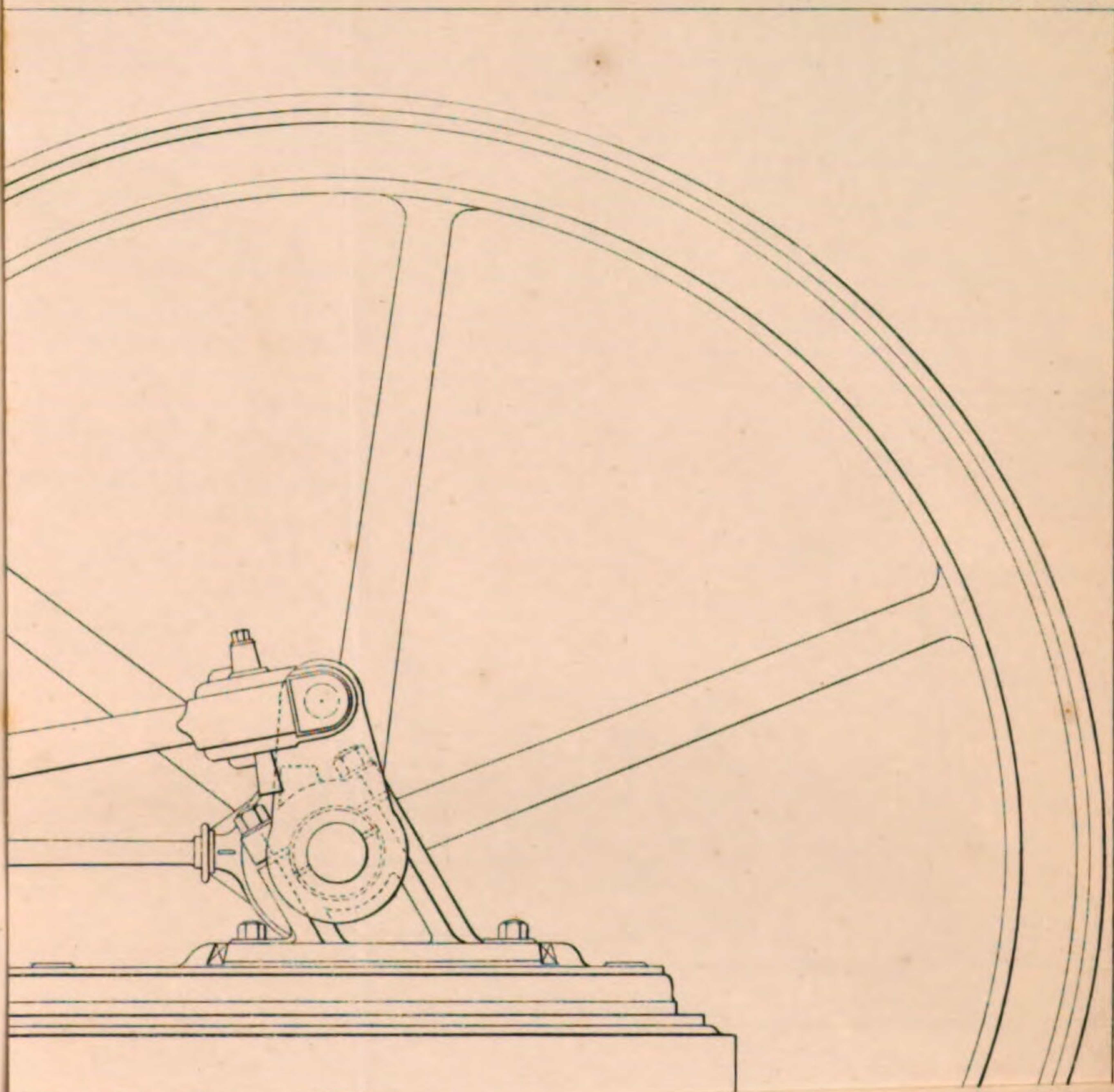
INE.

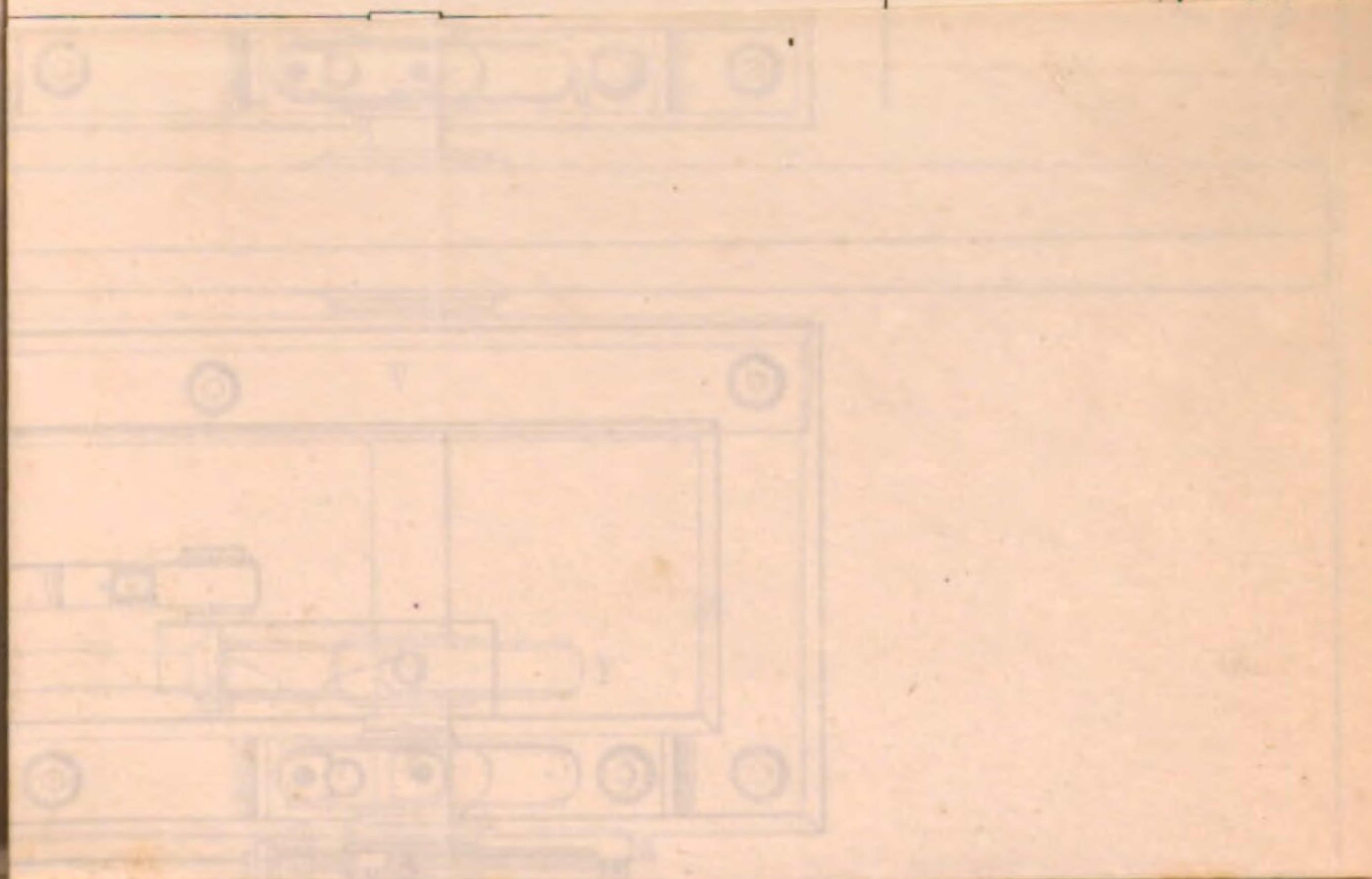
Taf. II.

2 3 4 Fuss

Fig. II.







Häusler,

Perels, Emil

Die Anwendung der Dampfkraft in der Landwirthschaft Für Landwirthe, Maschinenfabrikanten, Ingenieure sowie zum Gebrauche an landwirthschaftlichen und technischen Schulen

Halle 1872

Oecon. 1379 n
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11012015-1